

forum



ISBN 3-00-007032-X

DAS FORSCHUNGSMAGAZIN DER FACHHOCHSCHULE KONSTANZ

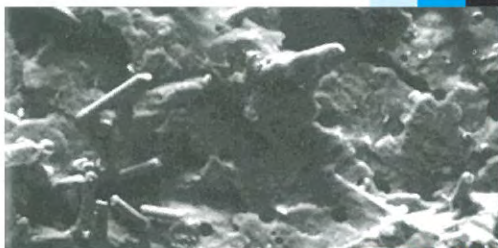


forum

Hochschule für Technik, Wirtschaft und Gestaltung
University of Applied Sciences

FORSCHUNG & ENTWICKLUNG

Forschung



Technik

Architektur

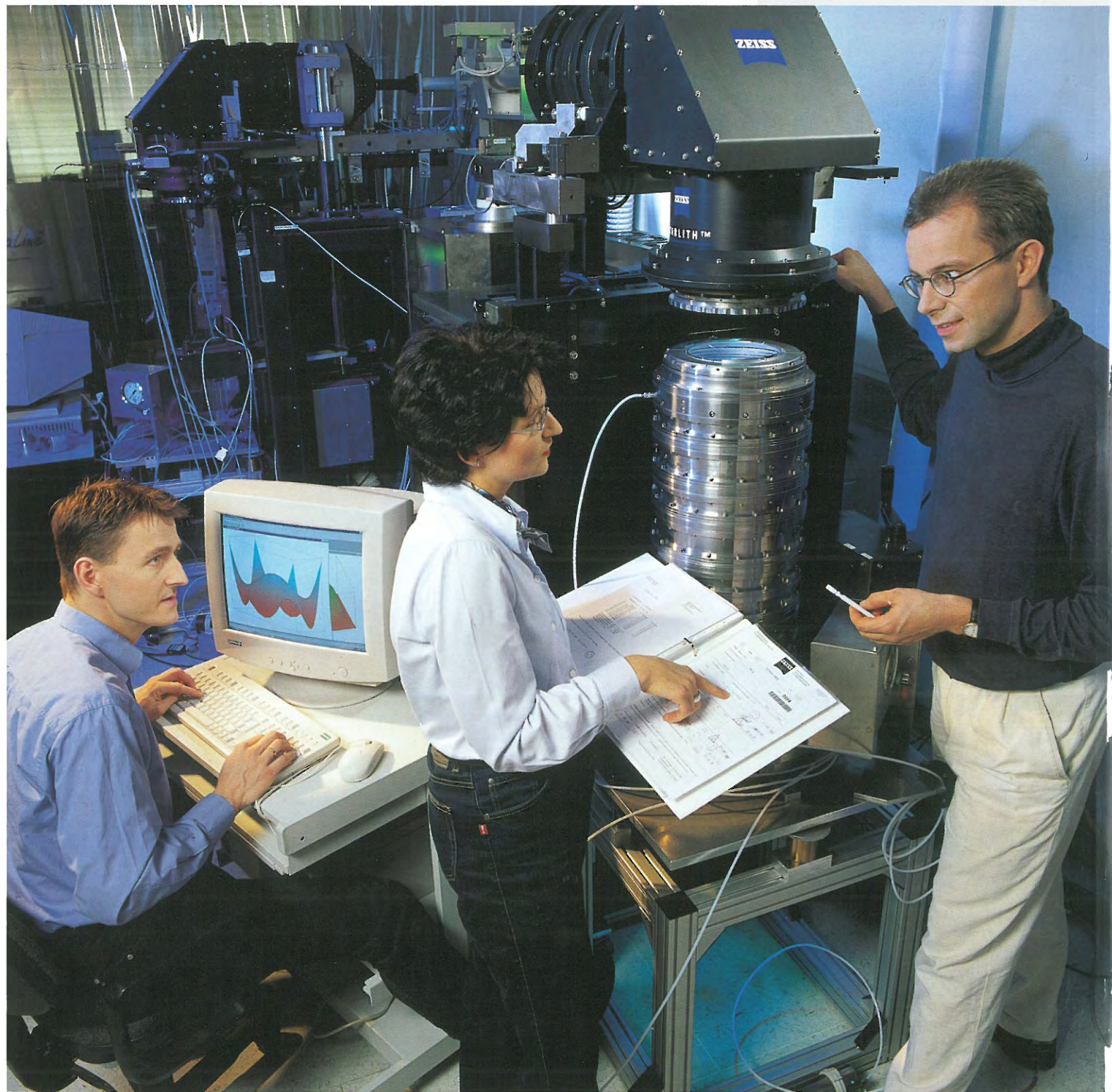
Wirtschaft &
Management



Bei Carl Zeiss können Sie beides: Wir bieten Absolventen der Natur- und Ingenieurwissenschaft in unserem Unternehmensbereich Halbleitertechnik eine berufliche Zukunft auf einem der innovativsten Felder der Optik. Durch Ihren persönlichen Beitrag zur Entwicklung und Realisierung von Hochleistungs-Optiksystemen, die in Wafersteppern zur Massenherstellung immer leistungs-

fähigerer Mikrochips dienen, gestalten Sie auch die Zukunft anderer. Sehen Sie dieses innovative Arbeitsgebiet als persönliche Herausforderung? Dann sollten wir miteinander reden.

Carl Zeiss
Personalwesen Halbleitertechnik
Ulrich Thalhofer
73446 Oberkochen
Tel.: 07364/203573
thalhofer@zeiss.de
www.zeiss.de



**Gestalten Sie Ihre eigene
Zukunft. Und die Zukunft
anderer.**



Das Forschungsmagazin der Fachhochschule Konstanz

Inhaltsverzeichnis

Fachhochschule Konstanz
Hochschule für Technik, Wirtschaft
und Gestaltung Seite 5

Forschung und Entwicklung
an der Fachhochschule Konstanz Seite 9

Forschungsprojekte Seite 13

Architektur

Bauen in den Tropen
Klima und Bautypologie Seite 21

**Forschungen zur neueren
Architekturgeschichte**
Grundlagen des architektonischen
Wirkens in der Gegenwart Seite 25

Bodenseestadt
Urbanität - Mobilität - Vernetzung Seite 29

Wirtschaft & Management

Knowledge Community Seite 33

**Vermittlung interkultureller
Kommunikationskompetenz**
für die internationale Wirtschaft Seite 37

**CiTaL – Centrum für inter-
nationale Terminologie und
angewandte Logistik** Seite 43

Ethik Management Systeme
Praktische Erfahrungen aus der
Bauwirtschaft Seite 47

Deutsch als Fremdsprache
Die Forschungsgebiete „Fachspra-
chen“ und „Methodik und Didaktik
des Fachsprachenunterrichts“ Seite 55

Technik

Mikrobiell induzierte Korrosion
am Beispiel Kühlwassersystem Seite 61

**Fahrradrahmen mit
Spritzgussknotenpunkten** Seite 69

Power Electronics
Leistungselektronik für elektrische
Antriebe und Solarwechselrichter Seite 73

**Anwendungen der
Bernstein-Entwicklung** Seite 80

**Computerorientierte
baustatische Berechnung
von Stahlbetondecken**
Ein neues Verfahren zur konsistenten
Modellierung von Stützen Seite 84

**Elektromechanischer
Teleskopaktuator TA** Seite 90

**CAE-Werkzeuge zur Simulation
von Energieversorgungsanlagen**
1. SolSim: Simulation von
multivalenten Solarsystemen Seite 95
2. MODES: Modellierung von Elektro-
und Wärme-Energiesystemen Seite 99

**Das solarelektrisch
angetriebene Schiff** Seite 102

**Software-Technologie für
unternehmensweite Internet-
Geschäftsanwendungen** Seite 107

Impressum

Herausgeber:
Fachhochschule Konstanz – Hochschule für Technik, Wirtschaft und Gestaltung,
Prorektor für Forschung & Entwicklung, Prof. Dr. Paul Gümpel (v.i.S.d.LPrG.)
www.fh-konstanz.de © Fachhochschule Konstanz

Redaktion:
Dipl. Ing. (FH) Andreas Burger, Referent für Forschung & Entwicklung

Anschrift:
fhk-forum, Fachhochschule Konstanz, Braunergerstr. 55, D-78462 Konstanz
Tel. ++49 (0)7531/206325, Fax ++49 (0)7531/206436

Gesamtherstellung und Anzeigenverwaltung:
Njoschi Weber Communications, Oberhof 13, 78351 Bodman-Ludwigshafen,
Tel. ++49 (0)7773/920717, Fax ++49 (0)7773/920741, njoschi.weber@t-online.de
ISBN 3-00-007032-X

Fachhochschule Konstanz

Hochschule für Technik, Wirtschaft und Gestaltung
University of Applied Sciences
von Rektor Prof. Olaf Harder

An der Fachhochschule Konstanz studieren heißt in den Top Ten sein: Bereits 1995 wurde die Konstanzer Hochschule für Technik, Wirtschaft und Gestaltung in einem Ranking des „manager magazin“ bundesweit auf Rang 8 unter den deutschen Fachhochschulen platziert. Heute, fünf Jahre später, hat die bereits 1906 gegründete Hochschule ihre gute Position noch ausgebaut: In diesem Jahr erreichte zum Beispiel die Architektur im Stern-Ranking bundesweit Rang drei.

Konsequenter Kurs, klare Ziele

Die guten Positionierungen kommen nicht von ungefähr. Sie sind das Ergebnis eines seit Jahren konsequenten Kurses mit klaren Zielen:

- Ausbau der Infrastruktur;
- Ausbau des Studienangebotes um neue Diplom-, Bachelor- und Masterstudiengänge und die konsequente Intensivierung der angewandten Forschung und Entwicklung sowie der Weiterbildung;
- Ausbau der internationalen Beziehungen;
- Ausbau der Kooperation mit nationalen und internationalen Hochschulen in Lehr- und Forschungsverbünden.

Lehre: Innovation und Profilwahrung

Die Konstanzer Hochschule hat in der Lehre allein in den letzten drei Jahren vier neue Diplomstudiengänge etabliert: Angewandte Weltwirtschaftssprachen/Chinesisch, Angewandte Weltwirtschaftssprachen / Indonesisch, Verfahrenstechnik und Umwelttechnik und Software-Engineering. Außerdem wurde mit der Studienrichtung International Project Engineering ein interdisziplinäres Modell geschaffen, das eine starke internationale Prägung hat. Beteiligt sind die Elektrotechnik-Studiengänge sowie die Studiengänge Maschinenbau/Betriebs- und Fertigungstechnik und Technische Informatik.

Bereits 1995 wurde an der Fachhochschule Konstanz eine Professur für Wirtschafts- und Unternehmensethik etabliert – ein bundesweit so gut wie einzigartiges Novum.

Außerdem wurde mit der Einführung von Master- und Bachelor-Studiengängen der zunehmenden Internationalisierung der Hochschulausbildung Rechnung getragen.

Bei der Diversifizierung des Studienangebotes wurde stets auf die Wahrung der Stärken und Profilmerkmale der Ausbildung geachtet: kurze Studienzeiten, ausgesprochene Praxisnähe, seminaristischer Unterrichtsstil und die Vermittlung von Methoden- und Sozialkompetenz.

Das Fächerspektrum, das gegenwärtig in Konstanz angeboten wird, enthält praktisch alle Fachrichtungen. Folgende Studiengänge werden angeboten:



Fachhochschule Konstanz

Brauneggerstr. 55

D-78462 Konstanz

Telefon: 0049 - (0)7531 - 206 - 0

Telefax: 0049 - (0)7531 - 206 - 400

URL: <http://www.fh-konstanz.de>

E-Mail: www@fh-konstanz.de

Diplom-Studiengänge:

- Angewandte Weltwirtschaftssprachen/Chinesisch (Dipl.-Wirtschaftssinologe /FH)
- Angewandte Weltwirtschaftssprachen/Indonesisch (Dipl.-Wirtschaftsmalaiologe /FH)
- Architektur (Dipl.-Ing. /FH)
- Bauingenieurwesen (Dipl.-Ing. /FH)
- Betriebswirtschaftslehre (Diplom-Betriebswirt/in /FH)
- Elektrotechnik und Informationstechnik (Dipl.-Ing. /FH)
- Kommunikationsdesign (Dipl.-Des. /FH)
- Maschinenbau / Betriebs- und Fertigungstechnik (Dipl.-Ing. /FH)
- Maschinenbau / Konstruktion und Verfahrenstechnik (Dipl.-Ing. /FH)
- Maschinenbau / Umwelt- und Verfahrenstechnik (Dipl.-Ing. /FH)
- Software-Engineering (Dipl.-Inf. /FH)
- Technische Informatik (Dipl.-Inf. /FH)
- Wirtschaftsinformatik (Dipl.-Inf. /FH)

Hochschule für Technik, Wirtschaft und Gestaltung University of Applied Sciences

Bachelor- und Masterstudiengänge:

- Architektur (MAr)
- Ingenieurbau (MEng)
- Bauingenieurwesen (BEng)
- Business Information Technology (MCS)
- Communication Systems Engineering (MSc)
- Maschinenbau / Betriebs- und Fertigungstechnik (BEng)
- Mechanical Engineering and International Sales Management (MEng)
- Mechatronik (MSc)

Flankiert wird die starke Lehre von zahlreichen Projekten in der angewandten Forschung und Entwicklung, in denen Studierende ihre Kenntnisse im unmittelbaren Praxisbezug vertiefen und ausweiten können. Dieser Band gibt einen Einblick über die Vielfalt und Tiefe der – verhältnismässig noch jungen – Forschungsaktivitäten an der Fachhochschule Konstanz.

Weiterbildung: Verantwortung über den Tag hinaus

Das Leistungspotential der Fachhochschule Konstanz kommt aber nicht nur den Studierenden und den Unternehmen zugute. Auch Berufstätige können von einem breit angelegten Weiterbildungsprogramm profitieren, das speziell auf die Bedürfnisse Berufstätiger zugeschnitten ist.

Die beiden Weiterbildungsinstitute an der Hochschule, die Technische Akademie Konstanz gGmbH und das Studienzentrum Schloss Langenrain GmbH bieten Seminare und Kontaktstudien aus praktisch allen Wissensgebieten, die an der Hochschule gelehrt werden.

In den ein- bis fünftägigen Seminaren der Technischen Akademie Konstanz kann spezifisches Fachwissen zu ingenieurwissenschaftlichen und betriebswirtschaftlichen Themen erworben, aktualisiert und vertieft werden. Zur professionellen Umsetzung dieses Fachwissens bietet die TAK auch Seminare zur Methoden- und Sozialkompetenz an, in denen z.B. persönliche Arbeitstechniken gelernt und Kommunikationsverhalten trainiert werden können. Es werden auch Zusatzqualifikationen angeboten, bei denen es sich um Kleincurricula zu speziellen Themen handelt, die der Erweiterung und Vertiefung von bereits vorhandenen Fachqualifikationen dienen.

Das Studienzentrum Schloss Langenrain vermittelt im Rahmen von Kontaktstudiengängen für Führungs- und Nachwuchskräfte berufsbegleitend praxisnahes und anwendungsbezogenes Fachwissen in Kombination mit Angeboten zur persönlichen Entwicklung. Das Kontaktstudium Management richtet sich an Personen ohne betriebswirtschaftliches Studium, die als Führungskräfte Managementaufgaben übernehmen werden oder schon übernommen haben. Ein weiteres Kontaktstudium mit dem Namen Master of Business Communication ist ein berufsbegleitendes Professionalisierungsprogramm, das auf die spezifischen Bedürfnisse von Führungskräften zugeschnitten ist. Es fördert gezielt die Weiterentwicklung Ihrer Managementkompetenz. Unter dem Stichwort «soft skills» werden die Teilnehmer in einem Prozeß begleitet, der ihre Fähigkeiten, Methoden und Instrumente zur erfolgreichen Kommunikation in Gruppen, Organisationen und Netzwerken ausbaut.

Existenzgründung auf dem Campus

Darüber hinaus unterstützt die Fachhochschule Konstanz gemeinsam mit ihren Partnern die Existenzgründung von Absolventen und Mitarbeitern der Hochschule. Dazu wurde u.a. die „Fachhochschule Konstanz Start GmbH“ gegründet. Auch hier agiert die Hochschule nicht allein, sondern in einem Regionalverbund, dem Partner aus Hochschulen, Verbänden und Institutionen angehören.

Gute Lern- und Forschungsumgebung

In den letzten Jahren wurde auch die räumliche Infrastruktur der Hochschule stark ausgebaut: Drei neue Lehrgebäude, eine Mensa und eine Bibliothek direkt am Rhein garantieren für großzügige und gute Lern-Arbeitsbedingungen. Der Ausbau kommt auch der Forschung zugute. Neue Labors bieten mit modernster Ausstattung und besten Bedingungen ein für die Forschung ausgezeichnetes Umfeld.

Internationalität

Neben der praxisnahen Lehre gehört die Internationalität zu den weiteren Stärken der Fachhochschule Konstanz: über 50 Prozent ihrer gegenwärtig 2.800 Studierenden verbringen mindestens ein Semester im Ausland, sei es an einer Partnerhochschule, sei es in einem Unternehmen während des Praxissemesters oder bei der Anfertigung ihrer Diplomarbeit. Die Hochschulkontakte reichen rund um den Globus.

Die Zusammenarbeit der Fachhochschule Konstanz im internationalen Bereich zeigt am Beispiel des jüngsten Projektes, wie Regio-Kooperationen

Hochschule für Technik, Wirtschaft und Gestaltung University of Applied Sciences

tionen und weltweite Zusammenarbeit effektiv ineinander greifen: An der von der Fachhochschule Konstanz in Indonesien mitbegründeten Stiftungshochschule „German-Swiss-Austrian University of Asia“ (GSAU) sind die Fachhochschulen St. Gallen (CH) und Vorarlberg (A) beteiligt. Die Partner wollen gemeinsam in Indonesien anwendungsorientierte Studiengänge etablieren, die zum Bachelor- und Masterabschluss führen. Noch in diesem Jahr wird mit Fächern aus Ingenieurwissenschaften, Wirtschaftswissenschaften und Informatik gestartet; Sprachen, Recht, Multimedia und Krankenhausmanagement kommen später hinzu. In der Regio Bodensee selbst wird intensiv an der Zusammenarbeit mit den Hochschulen in Österreich und der Schweiz weiter gearbeitet. Ziel ist es, die leistungsstarken Partnerschaften im Netzwerk „Internationale Bodenseehochschule (IBH)“ zu pflegen, zu erweitern und auszubauen. Die internationalen Hochschulpartnerschaften der FH Konstanz umspannen den Globus. Mit der IBH spricht sich die Hochschule explizit für die Zusammenarbeit in der Regio Bodensee aus, über die Ländergrenzen hinweg. Den Chancen und Aufgaben, die in diesem Netzwerkgedanken stecken, wird sie sich weiter ebenfalls intensiv widmen.

Dynamische Zukunft – starke Partner

Diesen dynamischen Kurs wird die Fachhochschule Konstanz auch in Zukunft weiter verfolgen. Positiv beeinflusst werden die strategischen Entscheidungen der nächsten Jahre auch durch das neue Fachhochschulgesetz (FHG), das seit Anfang 2000 in Kraft ist. Es erlaubt der Hochschule nicht nur eine höhere Autonomie und Eigenverantwortung, sondern auch den besseren Rückgriff auf Fachkompetenz von ausserhalb. Dies geschieht durch die gesetzliche Verankerung eines Hochschulrates als zusätzliches Entscheidungsgremium in wichtigen Bereichen. Mit dem neuen Organ hat die Fachhochschule Konstanz einen starken Partner zur Seite, der die Entwicklung der nächsten Jahre verantwortungsvoll mit prägen wird. Seine Mitglieder sind:

- Margit Bauer (Geschäftsführerin im Querschnittsbereich IT und Anwendungsentwicklung bei der Robert Bosch GmbH in Stuttgart),
- Irmtraud Munder (Professorin für Physik und Oberflächentechnik an der Fachhochschule Furtwangen),
- Regine Stachelhaus (General Manager Germany Consumer Product Business Organisation der Hewlett-Packard Deutschland in Böblingen),

- Friedrich Dodel (Sprecher der Siemens-Niederlassungen Konstanz und Ulm),
- Martin Fehle (Direktor der Thurgauer Industrie- und Handelskammer und Abgeordneter im Thurgauer Grossen Rat/CH),
- Guntram Feurstein (Rektor der Fachhochschule Vorarlberg/A)
- Andreas Trost (Betriebswirt im Controlling beim BUND in Berlin).

Die Zusammensetzung des Hochschulrates verdeutlicht über das Bestreben der Hochschule hinaus, einen möglichst grossen Querschnitt an Fachkompetenz und Wissen zu vereinigen, auch die Kontinuität ihres bisherigen Entwicklungskurses: Zielgerichtetes Handeln bei der Zukunftsplanung, Kooperationswille über den fachlichen Tellerrand hinaus und regionale und überregionale Internationalität. In diesem Kontext hat die angewandte Forschung und Entwicklung als integraler Teil unseres strategischen Handelns auch in Zukunft eine äusserst wichtige Rolle.

Auch die bisherigen Partner, das Kuratorium und der Verband der Freunde, Förderer und Absolventen, werden der Hochschule bei der Bewältigung der nächsten Herausforderungen mit ihrem Engagement und Sachverstand zur Seite stehen.

Njoschi Weber Communications

Ein Unternehmen in der Creativ Mediengruppe Würzburg

Medienberatung

Advertising

Print

Corporate Design

78351 Bodman-Ludwigshafen · ++49 (0)172/7421533 · njoschi.weber@t-online.de

Wissen bringt Fortschritt.



Als eines der führenden Unternehmen der Medizintechnik leisten wir einen anerkannten Beitrag zum medizinischen Fortschritt.

AESCULAP als Schrittmacher in der Medizintechnik spannt seit Jahrzehnten einen weiten Bogen von der Entwicklung innovativer Produkte über die Optimierung bestehender Operationstechniken bis hin zur umfassenden Beratung und Weiterbildung von Ärzten und Pflegekräften.

Dabei steht die Gesundheit des Menschen stets im Mittelpunkt unseres Handelns.

AESCULAP. All it takes to operate.

AESCULAP®

AESCULAP AG & CO. KG
Am Aesculap-Platz
78532 Tuttlingen/Germany

Telefon (074 61) 95-0
Telefax (074 61) 95-26 00

Internet: www.aesculap.de

B | BRAUN



Forschung und Entwicklung an der Fachhochschule Konstanz

von Prorektor Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel
und Forschungsreferent Dipl.-Ing. (FH) Andreas Burger

1. Angewandte Forschung und Entwicklung

Die jüngste Änderung der Hochschulgesetze in Baden-Württemberg wies den Fachhochschulen als zusätzliche Aufgabe den Wissens- und Technologietransfer zu. Forschung an Fachhochschulen ist somit ein Teil des Bildungsauftrages der Hochschule. Sie dient also in erster Linie der gesellschaftlichen Entwicklung und in zweiter Linie der Verbesserung und Aktualisierung der Lehrinhalte. Forschung und Entwicklung an der Fachhochschule Konstanz dient mit ihrem charakteristischen Anwendungsbezug in vielfacher Weise der Lehre und hat in Zeiten des Wettbewerbs zunehmend Einfluß auf Profil und Image der Hochschule. Die vorhandene FuE-Infrastruktur ist ein Anreiz für neue Professor/innen einen Ruf anzunehmen. Die über Forschungsprojekte beschafften Geräte und Anlagen tragen zur Aktualisierung und Ergänzung der Ausstattung für die Lehre bei; die Teilnahme mit Forschungsprojekten an Messen und Ausstellungen und die dadurch erstellten Materialien kommen der gesamten Hochschule zugute.

Ein ausgewiesener Anwendungsbezug stellt das wohl markanteste Merkmal der Forschung an den Fachhochschulen dar und sichert damit auch die hohe Transferfähigkeit ihrer Ergebnisse hin zur Wirtschaft. Es werden Methoden und Verfahren erforscht, die potentiell in kurzer Zeit in die Wirtschaft transferiert werden können und dort zur Anwendung kommen. Die Forschung bewegt sich zwischen Grundlagenforschung und wettbewerblicher Forschung (Bild 1).

An der Fachhochschule Konstanz ist dies nicht anders. Waren die Anfänge der angewandten Forschung und Entwicklung Mitte der 80er Jahre noch bescheiden, ist es durch Professionalisierung und rigorose Institutionalisierung gelungen, das Transferangebot in den Bereichen Technik, Wirtschaft und Gestaltung wesentlich zu erhöhen. Heute stellt die Fachhochschule Konstanz ihre Forschungsergebnisse der Wirtschaft zur Verfügung.

Die Forschung als hauptamtliche Aufgabe von Professoren/innen findet unter dem Dach des Instituts für angewandte Forschung (IAF) statt. Dieses Institut wurde 1986 gegründet und hat zur Zeit 21 Mitglieder, die sich aus Professoren und Professorinnen aller Fachrichtungen der Fachhochschule Konstanz zusammensetzen. In den Projekten des Instituts arbeiten ca. 25 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, hinzu kommen Diplomanden, Gastwissenschaftler und Stipendiaten. Das IAF hat einen Jahresumsatz von ca. 3 Millionen Mark.

Derzeit werden weitere Konzepte entwickelt, wie mit den Möglichkeiten, die das neue Fachhochschulgesetz (FHG) bietet, eine wirksame Struktur für einen noch effektiveren Technologietransfer aussehen kann. Insbesondere wird geprüft, wie das den Fachhochschulen neu an die Hand gegebene Instrument einer direkten Beteiligung an Unternehmen für diesen Zweck eingesetzt werden kann.

Bereits in den letzten Jahren wurden auf der Grundlage des alten FHG unterschiedliche Transfermodelle

entwickelt, die auf die Bedürfnisse der Unternehmen zugeschnitten sind. Dies bringt allen Seiten Nutzen: Die Wirtschaft profitiert von Innovationen, die aus der angewandten Forschung kommen, die Hochschule profitiert durch weitere Kooperationsprojekte. Die Wirtschaft profitiert aber nicht nur von der Innovationskraft der Hochschule, sondern auch von ihrem Wissen bei der Kontaktaufnahme mit öffentlichen Förderern. Dazu kommt den Unternehmen die Erfahrung der Hochschule im Projektmanagement zugute. Erfolgreiche Projekte der letzten Jahre, an deren Ende ein neues Produkt steht, beweisen es. Hierzu einige Beispiele:

So wurde gemeinsam mit einem Ingenieurbüro und einer Leistungselektronikfirma ein Photovoltaikwechselrichter entwickelt und zur Serienreife gebracht. Es ist der beste Photovoltaikwechselrichter, der derzeit auf dem Markt zu haben ist. In Kooperation mit einem Elektronikhersteller wurde die Leistungsfähigkeit von Drehstromantrieben entscheidend verbessert. Gemeinsam mit einem Mediziner, einem Getriebefabrikanten und einem Medizintechnikhersteller werden Produkte zur Knochenverlängerung entwickelt. In Zusammenarbeit mit einer international arbeitenden Sprach- und Kulturorganisation und Verlagen, wurden Lehrwerke entwickelt und im Sprachunterricht in aller Welt eingesetzt. Zusammen mit größeren IT-Firmen wurden Instrumente für deutsch-chinesische Wirtschaftsinformationssysteme entwickelt, für ein Versicherungsunternehmen wurden effizientere Softwarestrukturen entwickelt und für

Forschung und Entwicklung an der Fachhochschule Konstanz

eine Wirtschaftsbranche wurde ein System zur Umsetzung von Unternehmensethik eingeführt.

Als sogenannte Spin Offs gingen aus Forschungsprojekten an der Fachhochschule einige Firmengründungen hervor. Derzeit werden an der Fachhochschule weitere zukunfts-trächtige Projekte durchgeführt, etwa die Entwicklung eines neuartigen Fahrradrahmens mit Kunststoff-spritzgussknotenpunkten, ein Verfahren zum Entfernen von Schwermetallen, Nitrat und Fluorid aus sauren Lösungen, dem effizienten Lernen von fachspezifischem Englisch oder ein linearer Antrieb mit einem aus einer Formgedächtnislegierung geformtem Element. In einem grenzüberschreitenden Projekt werden Konzepte für die Entwicklung des Bodenseeraums erarbeitet.

Besonders hervorzuheben ist der hohe Regionalbezug der Kooperationsprojekte mit der Wirtschaft. Die Auswahl der an der Fachhochschule bearbeiteten Forschungsprojekte wird einerseits durch die vorhandene Industrieerfahrung von den Dozenten bestimmt, sie richtet sich aber andererseits auch nach den Arbeitsfeldern von vorhandenen Industriepartnern. Hierin besteht eine große Chance für die lokalen Industriebetriebe. Durch gemeinsame Projekte wird das Profil der

Fachhochschul-Forschung auf die spezifischen Probleme eines Partners hin fokussiert und es wird sowohl das Know How auf dem betreffenden Fachgebiet ausgebaut als auch die Geräteausstattung durch entsprechende Projektmittel in diese Richtung verbessert. Es gibt zahlreiche Beispiele wo eine derartige, langfristige Zusammenarbeit zu beiderseitigem, insbesondere jedoch zum Nutzen für den Industriebetrieb geführt hat.

In jüngster Zeit wird recht häufig über die Ursachen für unterschiedliches Wirtschaftswachstum in den verschiedenen Teilen der Welt diskutiert. Wenn man Deutschland mal mit einem Unternehmen vergleicht, dann macht es sein Geld mit reifen, hervorragenden, aber teilweise eben auch auslaufenden Produkten. Wir feiern zwar jedes Jahr einen Handelsbilanzüberschuss und unsere Exporterfolge zeigen, dass wir gut sind. Doch in ganz wichtigen Technologiebereichen und gerade dort, wo die Zuwachsraten in den nächsten Jahrzehnten besonders hoch sein werden, sind wir relativ schwach. Der entscheidende Unterschied zwischen unserer Forschung und der in den USA scheint vielmehr darin zu bestehen, dass es uns weniger erfolgreich gelingt, neues Wissen unternehmerisch zu nutzen und daraus Beschäftigung und Einkommen

zu generieren. An dieser Stelle kommt der Forschung und Entwicklung an den Fachhochschulen eine Schlüsselrolle zu. Angewandte Forschung an Fachhochschulen muß problemorientiert, zielgerichtet und praxisnah sein. Vorrangig sind umfassende Antworten auf die Frage „wie“. Da sie reale Produkte untersucht, muß sie in der Lage sein, komplexe Systeme zu bearbeiten. Die Erkenntnisse der Grundlagenforschung bilden dafür das Fundament. Technologietransfer ist nach unserem Verständnis produkt- bzw. produktionsorientiert und unterstützt eher kurzfristige spezifische Problemlösungen für die Industrie. Die institutionellen Unterschiede zwischen Universitäten, Fachhochschulen und Transfereinrichtungen bedingen auch bei der Forschung eine unterschiedliche Rolle und damit auch eine unterschiedliche Marktnähe (Bild 1). Hier gilt es die Chancen zu nutzen, notwendig für eine gute Wirtschaftsentwicklung sind alle Elemente dieses Instrumentariums, bei der schnellen Umsetzung von Ergebnissen aus der Grundlagenforschung und/oder Befriedigung von Marktbedürfnissen spielt die angewandte Forschung, so wie sie an der Fachhochschule Konstanz betrieben wird, eine entscheidende Rolle.

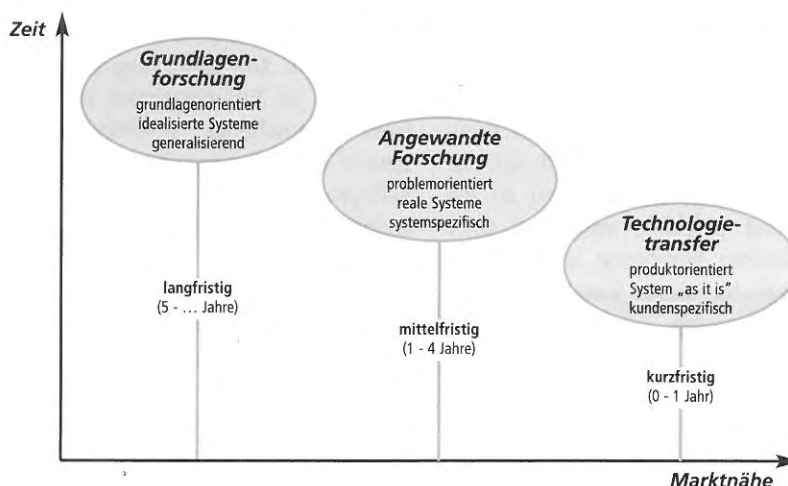


Bild 1:

Institutionelle Unterschiede zwischen Universitäten, Fachhochschulen und Transfereinrichtungen.

Quelle: R. W. Kessler, M. Tubach; „Merkmale nachhaltiger Forschungsstrukturen an Fachhochschulen am Beispiel des Instituts für Angewandte Forschung IAF der FH-Reutlingen“, FH-Reutlingen 1999

Forschung und Entwicklung an der Fachhochschule Konstanz

2. Wie wird Technologietransfer gemacht?

Es gibt je nach Anforderung und Umfang eines Forschungs- und Entwicklungsprojektes, das die Hochschule zusammen mit einem Unternehmen oder für ein Unternehmen durchführt, unterschiedliche Instrumente.

2.1. Der Forschungsauftrag

Bei kleineren Aufträgen (unter 20.000 DM) macht die Hochschule auf Anfrage ein Angebot, beispielsweise für ein Gutachten, eine Machbarkeitsstudie oder eine Materialprüfung. Das Unternehmen erteilt den Auftrag, die Hochschule liefert das Ergebnis und stellt eine Rechnung.

Bei grösseren Aufträgen wird ein Forschungs- und Entwicklungsvertrag zwischen der Hochschule und dem Unternehmen geschlossen. Darin sind der Gegenstand des Forschungsauftrags, Rechte an Ergebnissen, Geheimhaltungspflichten, Haftungsfragen, Termine und Zahlungsmodalitäten geregelt. Zahlungen werden in der Regel je Quartal oder aufgeteilt nach Vertragsabschluss, Zwischen- und Abschlussbericht vereinbart. Der Forschungsauftrag wird in der Regel zwischen nur zwei Partnern, dem Unternehmen und der Hochschule, geschlossen.

Bei Forschungsaufträgen werden die entstandenen Kosten in Rechnung gestellt. Grundlage sind die Vorschriften des Finanzministeriums. Eine Ingenieurstunde wird aktuell mit 85,- DM (141.000 DM für ein Personenjahr), eine Professorenstunde mit 109,- DM berechnet. Hinzu kommen Kosten für Raum- und Gerätenutzung sowie Verbrauchsmaterialien nach Aufwand. Mehrwertsteuer wird nicht in Rechnung gestellt. Andererseits ist

die Hochschule aber auch nicht zum Vorsteuerabzug berechtigt.

Ist ein Forschungsauftrag im besonderen wissenschaftlichen Interesse der Hochschule kann von den Pauschalsätzen nach unten abgewichen werden, bis hin zur kostenlosen Bearbeitung.

2.2. Die Kooperationsvereinbarung

Wollen ein Unternehmen und die Hochschule eine langfristig angelegte Zusammenarbeit anstreben die über mehrere Jahre dauert, wird eine Kooperationsvereinbarung abgeschlossen. Kooperationsvereinbarungen sind dann sinnvoll, wenn das konkret gewünschte Ergebnis noch gar nicht bekannt ist, wenn ein Unternehmen an der aktuellen technisch-wissenschaftlichen Entwicklung aktiv teilhaben will, wenn viele kleine Projekte, die noch gar nicht bekannt sind, über Jahre bearbeitet werden sollen oder wenn Personal aus dem Unternehmen zeitweise in einem Forschungslabor der Hochschule mitarbeiten soll. In einem Kooperationsvertrag kann beispielsweise auch vereinbart werden, dass alle neuen Entwicklungen und Erfindungen in einem bestimmten Gebiet zuerst dem Kooperationspartner angeboten werden. Bei einer Kooperationsvereinbarung beeinflussen sich die Kooperationspartner in der Entwicklungsrichtung gegenseitig.

Eine Kooperationsvereinbarung kann zwischen einem oder mehreren Partnern, beispielsweise der Hochschule und mehreren Unternehmen, oder auch mehreren Unternehmen und mehreren Hochschulen und Forschungseinrichtungen geschlossen werden. Bei grösseren Kooperationsverbünden muss einer der Partner die Projektleitung übernehmen.

Bei Kooperationsvereinbarungen er-

folgen in der Regel Geld- und/oder Materialleistungen des Unternehmens an die Hochschule für die Forschungsarbeiten am Kooperationsgegenstand.

2.3. Der Lizenzvertrag

Die Hochschule hat Rechte auf Wissen, beispielsweise durch Patente, Gebrauchsmuster oder Urheberrecht geschützt, die sie Unternehmen zur Ausübung einzelner Befugnisse zur Verfügung stellt. Dazu wird ein Lizenzvertrag geschlossen. Im Lizenzvertrag ist geregelt, welche Befugnisse ausgeübt werden dürfen. Hat die Hochschule beispielsweise ein Patent für ein Produkt oder Verfahren in Deutschland, Schweiz, Grossbritannien und Frankreich, so kann sie eine räumlich begrenzte (nur Deutschland) oder unbegrenzte (alle Länder) Erlaubnis zur Benutzung geben, eine zeitlich beschränkte (beispielsweise 3 Jahre) oder zeitlich unbeschränkte Erlaubnis zur Benutzung geben, und eine ausschliessliche (exklusive) Lizenz (das Unternehmen hat das alleinige Recht) oder nicht ausschliessliche Lizenz (mehrere Unternehmen haben das Nutzungsrecht) vergeben.

Mit einem Lizenzvertrag für ein Patent kann das Unternehmen das alleinige Recht für die Produktion haben und Konkurrenten von der Nutzung dieses Rechtes ausschliessen.

Bei einem Lizenzvertrag wird in der Regel eine jährliche Mindestlizenzgebühr und eine umsatzabhängige Lizenzgebühr (Stücklizenz), evt. nach Verkaufszahlen gestaffelt, vereinbart.

Ein Patent kann auch als ganzes von der Hochschule an ein Unternehmen verkauft werden.

Forschung und Entwicklung an der Fachhochschule Konstanz

2.4. Finanzierung

Forschungs- und Entwicklungsprojekte an der Fachhochschule werden unterschiedlich finanziert. Es werden hier nur Projekte betrachtet, an denen Unternehmen beteiligt sind.

2.4.1 Der Forschungsauftrag

Der einfachste und schnellste Weg zur Durchführung eines Forschungsauftrages eines Unternehmens an der Hochschule ist die alleinige Finanzierung durch das Unternehmen.

Werden öffentliche Hilfen in Anspruch genommen, beispielsweise über Programme des Landes oder des Bundeswirtschaftsministeriums oder der EU wird mehr Zeit benötigt. Es müssen Förderkriterien beachtet werden, Förderanträge gestellt werden, das Begutachtungsverfahren muss abgewartet werden, bei Bewilligung müssen Verwendungsbestimmungen und Berichtspflichten eingehalten werden. Die Hochschule ist Unternehmen bei der Antragstellung behilflich. Diese Art der Projektfinanzierung eignet sich für sehr risikoreiche Forschungsprojekte, die ein Unternehmen nicht selbst finanzieren kann oder die es wegen des Risikos ohne Förderung nicht durchführen würde. Eine Selbstbeteiligung der Unternehmen an den Gesamtkosten eines öffentlich geförderten Forschungsprojektes ist in der Regel erforderlich.

2.4.2 Die Kooperation in einem Forschungsprojekt der Hochschule

Professoren und Professorinnen der Hochschule führen Forschungsprojekte nach eigenen Themensetzungen durch. Die Finanzierung erfolgt auf Antragsbasis über Forschungsförderungsprogramme öffentlicher oder privater Institutionen. Die Einbindung von Unternehmen ist in der

Regel sowohl von den Fördereinrichtungen als auch von den Wissenschaftlern gewünscht. Die Einbindung erfolgt nach unterschiedlicher Tiefe, beginnend von einem allgemeinen Erfahrungsaustausch bis hin zu gemeinsamer Zielsetzung. Je weitgehender die Einbindung eines Unternehmens in ein Forschungsprojekt der Hochschule ist, desto umfangreicher ist die finanzielle Beteiligung des Unternehmens am Projekt.

2.4.3 Forschungsverbünde

Branchenübergreifende und internationale Verbünde zwischen einer Vielzahl von Unternehmen, Hochschulen und sonstigen Forschungseinrichtungen werden dann gebildet, wenn ein entsprechend umfangreiches Forschungsvorhaben bearbeitet werden soll. Grosse Forschungsverbünde werden über Mittel der Europäischen Union oder Schwerpunktprogramme des Bundesministeriums für Bildung und Forschung finanziert.

2.5. Die Spende

Unternehmen, Institutionen und Privatpersonen können Geld- und Materialspenden an die Hochschule richten. Spenden können zur freien Verfügung oder zweckgebunden gegeben werden. Mit zweckgebundenen Spenden können Unternehmen die Entwicklungsrichtung der Hochschule beeinflussen. Dies kann geschehen durch Geldspenden, Spende von Laboreinrichtungen bis hin zur Einrichtung von Stiftungsprofessuren. Entspricht die Zweckbindung einer Spende den Aufgaben der Hochschule, wird die Spende angenommen. Spenden sind jedoch grundsätzlich frei von jedweder Gegenleistung. Für Geld- und Materialspenden wird von der Hochschule eine steuerabzugsfähige Spendenquittung ausgestellt.

Kontakt

Prorektor für Forschung und Entwicklung
Leiter des Institut für Angewandte
Forschung (IAF)

Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel

Postfach 100543

D-78405 Konstanz

Telefon: 0049 - (0)75 31 - 206 - 112

E-Mail: guempel@fh-konstanz.de

Zentralstelle Forschung, Weiterbildung,
Öffentlichkeitsarbeit (ZFW)

Referat Forschung und Entwicklung

Dipl.-Ing. FH Andreas Burger

Postfach 100543

D-78405 Konstanz

Telefon: 0049 - (0)75 31 - 206 - 325

Telefax: 0049 - (0)75 31 - 206 - 436

E-Mail: burger@fh-konstanz.de

Informationen im Internet:

URL: <http://www.iaf.fh-konstanz.de>

Forschungsprojekte an der Fachhochschule Konstanz



Architektur und Gestaltung

CaC-Computer assisted Creation

Ein neues Werkzeug für kreatives und produktives Design, das eine schnelle berührungslose optische 3D-Digitalisierung von Modellen, eine virtuelle Modellwerkstatt ('DigitalClay') auf einem punktorientierten Rechner sowie die schnelle Erzeugung von Hard-copy-Modellen (Stereolithographie und ähnliche Rapid-Prototyping Technologien) aus durch Punktwolken beschriebenen numerischen Modellen ermöglicht.

Prof. Dr. Robert Massen

Prof. Bernd Jahnke

Tel.: +49/7531/501038 (50909)

e-mail: massen@fh-konstanz.de

e-mail: jahnke@fh-konstanz.de

Far-Distance-Creation

Das Projekt soll den Weg bereiten für neue didaktische und soziale Systeme in der Hochschule, in der Zusammenarbeit zwischen Hochschulen untereinander, zwischen Hochschulen und Unternehmen und zudem den Studierenden den Übergang in die Praxis erleichtern. Ausgehend von der Arbeitshypothese, dass face-to-face Kommunikation informelle Kommunikationsschübe leistet, die für die reibungslose Zusammenarbeit sozialer Systeme unverzichtbar sind und in EDV-Systemen bislang nicht unterstützt werden, sollen neue und bessere Entwicklungen unter Berücksichtigung der aktuellen Kommunikationstheorien vorangetrieben werden.

Prof. Bernd Jahnke

Tel.: +49/7531/501038 (50909)

e-mail: jahnke@fh-konstanz.de

Bauingenieurwesen

Aktivierung von Retentionsraum in Abwasserkanälen

Bei der Entwässerung von Siedlungsgebieten sind teure Massnahmen zum Schutz der Siedlungen und der Gewässer vor Hochwasser und Schmutzstoffen erforderlich. Mit den Zielsetzungen „Kosteneinsparung“ und „Verbesserung des Gewässerschutzes“ wurde das Verfahren des „Hydrostyx-gebremsten Abflusses“ entwickelt. Bei der Hydrostyx-Abflussbremse handelt es sich um eine technische Einrichtung, die wegen ihrer Einfachheit ein preiswertes Drosselorgan im Abwasserkanal darstellt, das ohne Fremdenergie weitgehend wartungsfrei und betriebssicher funktioniert. Die Hydrostyx-Abflussbremse kann sowohl in bestehende als auch in neue Abwasserkanäle eingebaut werden. Da Abflussdrosselung und Hochwasserentlastung in einer technischen Einrichtung kombiniert sind, ist die Hydrostyx-Abflussbremse nicht mit anderen auf dem Markt vorhandenen Drosseleinrichtungen vergleichbar. Es werden durch hydraulische Untersuchungen im Wasserbaulabor und durch Auswertung der Naturmessungen gesicherte hydraulische und hydrologische Bemessungsgrundlagen für die Neuentwicklung erarbeitet. Die Untersuchungen liefern auch die Grundlagen für die wasserwirtschaftliche Beurteilung des neuen Verfahrens.

Prof. Dr. Werner Lutz

Tel.: +49/7531/206-218

e-mail: wlutz@fh-konstanz.de

Ermittlung der Strassengriffigkeit mittels Pkw-Datenspeicherung

Mit digitaler Aufzeichnung während eines Bremsvorganges in einem Pkw von Geschwindigkeit, Weg (jeweils mittels verbesserter GPS-Daten korrigierte Tacho-Werte) und Bremsverzögerung (mittels Beschleunigungsmessern im VDO-Kienzle Unfalldatenspeicher UDS) lassen sich die verfälschenden Einflüsse aus dem Radschlupf eliminieren. Mit den genauen Kenngrößen von Geschwindigkeit, Weg und Beschleunigung kann man den tatsächlichen tangentialen Kraftschlussbeiwert ermitteln. Die Ermittlung der Strassengriffigkeit (Kraftschlussbeiwert) erfolgt bisher mit teuren Spezialfahrzeugen, die nicht schneller als 80 km/h fahren können und dürfen. Zweck des Vorhabens ist in allen Geschwindigkeitsbereichen die Erzielung besserer Aufschlüsse für die Unfallforschung, die bautechnische Beurteilung von Strassenbelägen, die Neuformulierung von Parametern (u.a. Haltesichtweite und Querneigung) im Strassenentwurf, die Einspeisung der Griffigkeitswerte einzelner Strassenabschnitte in Strasseninformationssysteme sowie die Anreizschaffung zur Entwicklung eines erweiterten Pkw-Datenspeichers.

Prof. Joachim Lauffer

Tel.: +49/7531/206-215

e-mail: lauffer@fh-konstanz.de



Forschungsprojekte an der Fachhochschule Konstanz

Informatik

BeFITT' eine Methode zur nutzenorientierten Einführung unternehmensweiter Informationssysteme

Anstrengungen der Unternehmen IT-unterstützte Geschäftsprozesse zu optimieren werden häufig durch die bestehenden Informationssysteme (IS) behindert. Diese Systeme sind gekennzeichnet durch hohe Heterogenität, geringe Integration und veraltete Technologie. Dies erklärt die derzeit große Zahl derartiger Projekte in den Unternehmen (Bsp: SAP- oder Baan-Einführungen). Doch die Praxis zeigt, dass die Einführung unternehmensweiter, integrierter IS, basierend auf Standardsoftware, kein einfaches Unterfangen ist. Die Einführung unternehmensweiter, integrierter IS ist untrennbar mit organisatorischen Veränderungen und der Optimierung der Geschäftsprozesse verbunden. Die daraus resultierende Komplexität erfordert eine fundierte methodische Unterstützung. Im Projekt BeFITT wird in enger Kooperation mit einer Consulting Company eine Methode entwickelt, die die Einführungszeiten und -aufwendungen bei komplexen IT-befähigten Veränderungsprojekten verringert und einen ertragsmaximalen Nutzen erzielt.

Prof. Dr. Reiner Martin
Tel.: +49/07531/206-500
e-mail: rmartin@fh-konstanz.de

Neuronale und unscharfe Steuerungen eines autonomen, mobilen Miniroboters

Autonome mobile Roboter sind eine ideale Experimentiergrundlage, um intelligentes Verhalten mit Hilfe von Fuzzy-Logik und Neuronalen Netzen zu realisieren. Eine wichtige Voraussetzung ist dabei eine flexible Steuerungsarchitektur, die aus einer Planungs- und Verhaltensschicht

besteht und eine leichte Integration verschiedener Verhaltensmuster gestattet. Insbesondere werden mehrschichtige Netze, Kohonnenkarten und Fuzzy-Systeme für Hindernisvermeidung, Wandverfolgung und Explorationsaufgaben eingesetzt.

Prof. Dr. rer. nat Oliver Bittel
Tel.: +49/7531/206-626
e-mail: bittel@fh-konstanz.de

GNSSx-Satelliten- navigationsempfänger

Entwickelt wird ein nach Einsatzgebieten und Nutzeranforderungen skalierbarer Satellitennavigationsempfänger. Außer den Satellitensignalen des GPS-Systems und GLO-NASS-Systemen sollen Ergänzungssysteme wie EGNOS und WAAS berücksichtigt werden. Die skalierbare Architektur des Empfängers soll erreicht werden durch die Entwicklung einer Familie von Hardwarebausteinen und objektorientierten Softwarekomponenten, die je nach Anforderungsbedarf ausgewählt und zusammengesetzt werden können. Mit Hilfe von Fuzzy-Systemen und Neuronalen Netzen soll die Genauigkeit und Verfügbarkeit des Empfängers verbessert werden. Insbesondere werden dabei folgende Ziele verfolgt: Verbesserung der Positionsbestimmung; Verbesserung des Korrelationsprozesses; Integration von weiteren Positionssensoren.

Prof. Dr. rer. nat Oliver Bittel
Tel.: +49/7531/206-627
e-mail: bittel@fh-konstanz.de

Autonome, mobile Transportsysteme

Mit einem mobilen autonomen Roboter werden folgende Aufgabenstellungen bearbeitet: Untersuchung der Güte und der Effizienz verschiedener Positionsbestimmungs-Algorithmen, Erstellung von Umgebungskarten, Navigation auf der Basis von Umgebungskarten, Aufnahme,

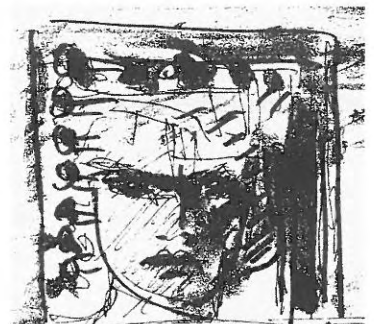
Transport und Auslieferung von Gegenständen. Der Roboter ist mit einem Greifer ausgestattet. Für die Positionsbestimmung werden Laser-scanner, Kompass und Odometrie verwendet. Ein Bildverarbeitungssystem erlaubt die Objektidentifizierung und -verfolgung.

Prof. Dr. rer. nat Oliver Bittel
Tel.: +49/7531/206-626
e-mail: bittel@fh-konstanz.de

Automated Timetabling

Der englische Begriff 'timetabling' umfasst eine Vielzahl von praktischen Planungsproblemen bei Routen-, Zeit-, Stunden- und Prüfungsplänen. Dabei handelt es sich immer um kombinatorische Probleme, die von vielen Nebenbedingungen abhängen. Vielversprechende Optimierungstechniken entstammen den Bereichen Künstliche Intelligenz oder Soft Computing wie Constraint Satisfaction Processing, Constraint Logic Programming, Tabu Search, Simulated Annealing oder Evolutionäre Algorithmen. Letztere sind selbstadaptive heuristische Suchverfahren mit probabilistischen Elementen, die eine systematisierte Zufallsuche nach optimalen Lösungen vornehmen. Hierzu gehören insbesondere Genetische Algorithmen. In Zusammenarbeit mit verschiedenen europäischen Hochschulforschern aus dem Timetabling-Technik-Bereich wird versucht, gemeinsames Wissen zusammenzuführen und die erfolgreichen Techniken so zu erweitern und zu verfeinern, daß sie auf generalisierte Probleme angewendet werden können.

Prof. Dr. rer. nat. Wilhelm Erben
Tel.: +49/07531/206-507
e-mail: erben@fh-konstanz.de



Forschungsprojekte an der Fachhochschule Konstanz



Simulation in virtuellen Welten

Es werden PC-basierte Simulationen aus dem Anwendungsgebiet der Fertigungstechnik mit Ausnutzung der Virtual Reality-Technologie untersucht und realisiert. Weitere Untersuchungen zeigen aktuelle Entwicklungen auf dem Gebiet der Virtual Reality auf bzw. behandeln das Parsing natürlichsprachlicher Steuerungsbefehle in VR-Anwendungen.

Prof. Dr. Ulrich Hedtstück
Tel.: +49/7531/206-508
e-mail: hdstueck@fh-konstanz.de

ATTILA-ATM Teilnehmerknoten für ISDN/LAN/ATM-Anschluß

ATTILA liefert Beiträge für die Nutzung der ATM (Asynchronous Transfer Mode)-Technik im Anschlußbereich von öffentlichen und privaten ATM-Netzen. Neben B-ISDN und ATM sollen insbesondere auch Anwendungsszenarien untersucht und ein Teilnehmeranschlußsystem entwickelt werden, welches die Integration von existierenden Sprach- (insbesondere ISDN) und Datendiensten (Rechnernetze) sowie von Multimediaanwendungen kostengünstig ermöglicht. Auf der Basis des ATM-Teilnehmerknotens ATTILA ließe sich somit die Anbindung von ISDN-Nebenstellenanlagen, lokalen Rechnernetzen (Ethernet, TokenRing und FDDI) und Multimedia-Terminals (PC und WS) an das ATM-Backbone realisieren und einen kostengünstigen Zugang zum ATM-Netz z.B. für Hochschulinstitute, KMU und Filialen von großen Firmen sowie Versicherungen und Banken ermöglichen.

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Nürnberg
Tel.: +49/7531/206-645
e-mail: nurnberg@fh-konstanz.de

Maschinenbau / Betriebs- und Fertigungstechnik

Struktur für Einspeisung von Betriebsdaten in Zuverlässigkeitsvorhersage

Modelling Data Structures for collecting data from current service reports in a data warehousing system. The goal is to predict failure rates and other dependability-relevant figures with higher precision, and to improve the redundancy layout for the configuration of future developments. The planned fields of application are for instance locomotives, switch-gear-stations and power plants.

Prof. Dr.-Ing. Roland Nägele
Tel.: +49/7531/206-290
e-mail: schultze@fh-konstanz.de

Maschinenbau / Konstruktion und Verfahrenstechnik

Automatisierte Generierung von 3D-CAD-Modellen

Auf dem Gebiet der automatisierten Generierung von 3D-CAD-Modellen werden die Möglichkeiten der automatisierten bzw. teilautomatisierten Generierung unter Nutzung verschiedener CAD-Programme erprobt.

Prof. Dr. Peter Kuchar
Tel.: +49/7531/206-321
e-mail: kuchar@fh-konstanz.de

Automatische Generierung von mathematischen Modellen in der Antriebstechnik, HYPAS

Verfahren und Software zur rechnergestützten automatischen Generierung mathematischer Modelle, Analyse und Synthese der hydraulischen und pneumatischen Elemente, Antriebsanlagen und deren kompatiblen mechanischen Strukturen.

Prof. Dr.-Ing. Florin Ionescu
Tel.: +49/7531/206-289 / -320
e-mail: ionescu@fh-konstanz.de

Biodiesel und Sportschifffahrt in der Euregio Bodensee

Im Projekt arbeiten der Bodensee-Segler-Verband und die FH Konstanz zusammen, um den Einsatz von Biodiesel auf dem Bodensee zu unterstützen. Biodiesel hat gegenüber herkömmlichem Dieselmotorkraftstoff den großen Vorteil, dass er gewässerschonend und nahezu vollständig biologisch abbaubar ist. Dadurch wird der Bodensee als Trinkwasserreservoir nachhaltig geschützt. Im Projekt werden Yachtbesitzer darin unterstützt, ihre Dieselmotoren mit Biodiesel zu betreiben. Im Einzelnen werden die Erstellung einer Broschüre, mit der sich Interessenten über die Umrüstung ihrer Motoren informieren können, die Verteilung von Fahrtenbüchern an ausgesuchte Interessenten (In diesen Büchern wird der Motorbetrieb für weitergehende statistische Auswertungen dokumentiert) sowie die Auswertung von Ölanalysen am Ende der jeweiligen Saison durchgeführt.

Prof. Dr.-Ing. Klaus Schreiner
Tel.: +49/7531/206-307
e-mail: schreiner@fh-konstanz.de

Wasserstrahlfräsen als Verfahren zur medizinischen Knochendurchtrennung

Im Rahmen dieses Forschungsprojektes wird ein medizinisch-technisches Gerät entwickelt, welches unter Verwendung der Wasserstrahltechnik ein gefäß- und zellschonendes Knochendurchtrennen ermöglicht.

Prof. Dr.-Ing. Michael Butsch
Tel.: +49/7531/206-390
e-mail: butsch@fh-konstanz.de

Forschungsprojekte an der Fachhochschule Konstanz

Mechatronische Osteosyntheseplatte

Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung einer vollimplantierten, mechatronischen Osteosyntheseplatte zur Verlängerung kleiner Knochen, bestehend aus einer miniaturisierten Abtriebsseinheit auf Basis handelsüblichen Formgedächtnisdrahtes, einer Induktionsspule mit Elektronik zur gezielten Beheizung der Formgedächtnisdrähte, sowie Sensorik zur Kraft- und Wegmessung. Durch die völlig neuartige Verwendung von Formgedächtnisdraht mit einem Sperrklinkenmechanismus wird die Anwendung auf den Gebieten der Hand-sowie Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie ermöglicht werden. Die korrekte Funktionsweise der mechatronischen Osteosyntheseplatte wird nach erfolgreichen Prüfstandsversuchen auch an Kaninchen getestet werden.

Prof. Dr.-Ing. Michael Butsch
Tel.: +49/7531/206-390
e-mail: butsch@fh-konstanz.de

Twin-Belt: Stufenloses Doppelriemen-Getriebe für Kraftfahrzeuge

Stufenlose Automatgetriebe mit trocken laufenden Riemen haben einen hohen Wirkungsgrad und ermöglichen einen verbrauchsoptimalen Betriebspunkt im Motor-kennfeld. Da die stufenlosen Automatgetriebe ohne Zugkraftunterbrechung arbeiten, ist ein dynamischer Beschleunigungsvorgang möglich. Trocken laufende Riemen werden wegen der zulässigen Zugkräfte zur Zeit nur bei schwach motorisierten Fahrzeugen eingesetzt. Durch die neuartige Verwendung zweier parallel angeordneter Riemen erhöht sich das übertragbare Drehmoment so weit, dass ein Einsatz in Fahrzeugen der so genannten Golfklasse möglich ist. Bei der Verwendung zweier Stahlketten anstelle der Riemen sind mit

dem neuen CVT (continuously variable transmission)-Getriebekonzept sehr hohe Drehmomente realisierbar, die unter anderem für Fahrzeuge im Rennsport interessant sind. Mit Hilfe eines Testaufbaus wird das Konzept eines neuen, stufenlosen Doppelriemengetriebes mit Differential und elektromechanischer Kegelscheibenverstellung hinsichtlich Funktionalität und Lebensdauer untersucht.

Prof. Dr.-Ing. Michael Butsch
Tel.: +49/7531/206-390
e-mail: butsch@fh-konstanz.de

Einfluß des Oberflächen- zustandes (gebeizt, gestrahlt, geschliffen) auf das Korrosions- verhalten von NIRO-Stahl

Die Untersuchungen belegen, daß eine optimale Passivschichtverarbeitung nur durch das Beizen erreicht wird. Die Ergebnisse haben gezeigt, daß die Gesamtthematik in Zusammenarbeit von Stahlherstellern und Verbrauchern in einem Verbundprojekt behandelt werden sollte.

Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel
Tel.: +49/7531/206-316
e-mail: guempel@fh-konstanz.de

Zusammenhang zwischen Werkstoffkennwerten und dem Leistungsverhalten von Werkzeugen

Es werden praktische Tests mit diesen Werkstoffen durchgeführt. Die aus den Ergebnissen der Versuche hervorgehenden Eigenschaften werden mit den übrigen Werkstoffdaten in Zusammenhang gebracht und ergeben so ein Eigenschaftsprofil. Zum Teil fließen hier auch Erfahrungen aus der Praxis ein. Insgesamt entsteht ein hoher Zeitaufwand bis gesicherte Aussagen möglich sind.

Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel
Tel.: +49/7531/206-316
e-mail: guempel@fh-konstanz.de



Einfluß einer Oberflächen- härtung an austenitischem Cr-Ni-Stahl auf das Korrosions- und Verschleißverhalten

Bei diesem Verfahren wird austenitischer rostfreier Stahl auf eine Oberflächenhärte von rund 1200 HV gebracht, ohne daß dabei die Korrosionsbeständigkeit leidet. Zur Zeit laufen praktische Erprobungen bei zwei Pumpenherstellern und einem Hersteller von Befestigungselementen, die sehr erfolgversprechende Zwischenergebnisse zeigen. Weiterhin werden Versuche zur allgemeinen Korrosionsbeständigkeit und zur Wirkung von Ferritanteilen durchgeführt.

Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel
Tel.: +49/7531/206-316
e-mail: guempel@fh-konstanz.de

Spindel- und Laufgehäuse- werkstoffe für Schrauben- spindelpumpen

Werkstoffkundliche Neufestlegung von Spindel- und Laufgehäusewerkstoffen für innengelagerte Schraubenspindelpumpen. Ziel soll sein, neue recyclebare Werkstoffe samt derer besonderer Herstellungsverfahren zu berücksichtigen, um insgesamt neue günstigere Herstellkosten-Strukturen bei gleichzeitiger Schonung von Ressourcen zu schaffen.

Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel
Tel.: +49/7531/206-316
e-mail: guempel@fh-konstanz.de

Forschungsprojekte an der Fachhochschule Konstanz

Energieautonome Grundwasserförderung durch den Einsatz von Formgedächtnislegierungen

In Ländern mit aridem Klima und nicht flächendeckender Energieversorgung stellt der Antrieb von Pumpen zur landwirtschaftlichen Bewässerung bzw. zur Trinkwasserversorgung ein erhebliches Problem dar. An der FH Konstanz wurde ein System zur energieautonomen Wasserförderung entwickelt, bei der zum Antrieb der Pumpen Formgedächtnislegierungen verwendet werden. Bei Sonnenschein arbeitet diese Bewässerungsanlage völlig energieautonom. Die Vorteile dieses Prinzips liegen in der Bedienerfreundlichkeit, Wirtschaftlichkeit und Leistungsfähigkeit der Anlage, wie auch in der Flexibilität weiterer Anwendungsfälle der modular einsetzbaren Wärmekraftmaschine in Industrie und Klimatechnik. Ziel des Projekts ist die Serienreife dieser Wärmekraftmaschine.

Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel
Tel.: +49/7531/206-316
e-mail: guempel@fh-konstanz.de

Formgedächtnis-Marknagel

Knochendefekte können beispielsweise durch Tumor oder Unfall entstehen. Ein Marknagel dient zur Stabilisierung während der chirurgischen Behandlung und kann die Neubildung von Knochenmaterial ermöglichen. Es wird ein Marknagel zur Knochenverlängerung und Defektüberbrückung nach der Methode Betz und Baumgart mit Linearantrieb mittels Formgedächtnislegierungen (FGL) entwickelt. Durch Hochfrequenzenergieeinkopplung erfolgt die Erwärmung des FGL-Elements, das durch linearbewegte die Knochenverlängerung bewirkt. Das einfache mechanische Prinzip und die Kompaktheit des

FGL-Marknagels ist besonders vorteilhaft für Anwendungen im Unterschenkel sowie in den oberen Extremitäten mit dem Vorteil der Verringerung des Infektionsrisikos, der Kostenersparnis und der erhöhten Betriebssicherheit.

Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel
Tel.: +49/7531/206-316
e-mail: guempel@fh-konstanz.de

Aktuatoren aus Formgedächtnislegierungsmetallen

Es wird ein Hydraulikventil mit FGL-Aktuator entwickelt. Dabei wird eine konstruktive Anpassung eines FGL-Moduls an ein vorhandenes Hydraulikventil, die Energiezufuhr, die Festlegung der inneren Geometrie und die konstruktive Umsetzung erarbeitet.

Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel
Tel.: +49/7531/206-316
e-mail: guempel@fh-konstanz.de

Entwicklung, Konstruktion und Betrieb einer modularen Drehimpulswaage zur Bestimmung der Drehimpuls- und der Reibungsmomente von gutbeladener Strömung

Es wird eine modulare Drehimpuls- waage zur Untersuchung des geometriebedingten Drehimpulsverlustes in feststoffbeladenen Dreh- senkenströmungen entwickelt. Mit Hilfe der Meßapparaturen wird an rotationssymmetrischen, schubspan- nungsrelevanten Teilflächen von Drallströmung bei gutfreier und gut- beladener Fluidströmung in Abhän- gigkeit von der drallerzeugenden Geometrie, der Gutbeladung, der Partikelgrößenverteilung des Aufga- beguts und dem Fluiddurchsatz unter Berücksichtigung des im Bunker entstehenden Drehimpuls- verlustes. Als wesentliche Einfluß- größe auf die Wandreibungswerte und die natürliche Wirbellänge ist eine geeignete Reynoldszahl anzu-

sehen, weshalb Untersuchungen mit viskosem Fluid durchgeführt wer- den. Weiteres Ziel ist eine Verbesse- rung für Drallwäscher.

Prof. Dr.-Ing. Peter Meißner
Tel.: +49/7531/206-323 / -322
e-mail: meissner@fh-konstanz.de

Wirtschafts- und Sozialwissenschaften

Verbund Virtuelles Labor

Das Projekt VVL hat 9 Teilprojekte. Davon werden an der Fachhoch- schule Konstanz die Teilprojekte Bildverarbeitung, Automation, Kom- munikation und Didaktik durchge- führt. Die Grundlagen und Verfahren der 3D-Bildverarbeitung werden mit Hilfe eines ferngesteuerten Labor- Aufbaus theoretisch und experimen- tell unterrichtet. Im Teilprojekt „Automation“ wird der Aspekt „Regelkreis“ durch Simulation und Experimente an einer realen strom- richter gespeisten elektrischen Maschine gelehrt. Das Teilprojekt „Kommunikation“ befaßt sich mit den technischen und organisatori- schen Herausforderungen, die ein echtes virtuelles Projektteam hervor- ruft. Im Teilprojekt „Didaktik“ wird die Aufbereitung für Teile der zu rea- lisierenden Teilprojekte geleistet. Anhand der gewonnenen Erkennt- nisse und Erfahrungswerte werden Transferkriterien für weitere Projekte entwickelt.

URL: <http://www.vvl.de>

Forschungsprojekte an der Fachhochschule Konstanz

Portfoliooptimierung mit shortfall-probability-Vektor

Vom Antragsteller wurde ein gemischt-ganzzahliges lineares Optimierungsmodell zur Portfoliooptimierung entwickelt, das die Möglichkeit bietet, ein neues Risikomaß in der Form eines target-shortfall-probability-Vektors zu verwenden. Darüber hinaus benötigt es lediglich relativ kostengünstige lineare Optimizer und ist nicht auf Anlageinstrumente mit normalverteilten Renditen beschränkt. Dieses Modell soll einerseits mit Unterstützung des Konrad-Zuse-Zentrums in Berlin hinsichtlich seines Laufzeitverhaltens untersucht und optimiert werden und andererseits anhand empirischer Daten auf seine Performancestärken untersucht werden.

Prof. Dr. rer. pol. Leo Schubert
Tel.: +49/7531/206-429
e-mail: schubert@fh-konstanz.de



Preparation of Hungarian Civil Servants for E.U. Accession

Ziel des Projektes ist es, ungarische Kommunal- und Regierungsbeamte auf den Beitritt Ungarns zur Europäischen Union vorzubereiten. Im wesentlichen geht es um die Vermittlung von Kenntnissen in folgenden Bereichen: Institutionen der E.U., Gesetzgebung der E.U., Wirtschafts- und Währungsunion, Finanzierung der E.U. Zur Operationalisierung der Projektziele gehören: Durchführung und Auswertung einer Bedarfsanalyse, entsprechende Ent-

wicklung von Curricula, Lehr- und Lernmaterialien, Durchführung von Weiterbildungsmaßnahmen und Studienaufenthalten. Die FH Konstanz ist auf den Gebieten Fachenglisch, Fachdeutsch und interkulturelle Fachkommunikation beratend tätig. Koordinator des Projektes ist die National University of Public Administration, Budapest. Die anderen Partner sind: das ungarische Innenministerium, das College of Europe, Brügge, Belgien, die Fernuniversität Hagen und verschiedene Kommunalverwaltungen in Großbritannien, Österreich, Schweden und Ungarn.

Prof. Peter Franklin
Tel.: +49/7531/206-396
e-mail: franklin@fh-konstanz.de

Institut für Naturwissenschaft und Mathematik

RALV - Rapid Analysis of Luminosity Variation - Schnelle Messapparatur zur Überprüfung der Lichtstärkeverteilung

Es werden Geräte und Messtechnik zur schnellen Erfassung von Abstrahlcharakteristiken von Materialien und Leuchten entwickelt. Als Basis dient die CCD-Technik, welche durch schnelle Leuchtdichtemessungen realisiert werden kann. Die durch die Materialien und Leuchten abgestrahlte Lichtleistung wird auf einen diffusen Projektionsschirm gebracht, durch die CCD-Kamera und eine anschließende Auswertesoftware wird die korrekte Abstrahlcharakteristik ermittelt. Durch gezielte Alterung und anschließende Messungen der optischen Eigenschaften mit der erstellten Messtechnik können Aussagen über die optische Langzeitstabilität getätigt werden. Untersuchungen zu Leuchten im Nahfeld stellen aufgrund der verstärkten Entwicklung von indirekten Leuchten eine neue Aufgabenstellung der Lichtmess-

technik dar. Ein besonderer Schwerpunkt der Arbeit liegt in der Entwicklung von Methoden und Geräten für den Einsatz in der Qualitäts- und Produktionskontrolle.

Prof. Dr. Bernd Jödicke
Tel.: +49/7531/206-345
e-mail: joedicke@fh-konstanz.de

Untersuchung des Einflusses speziell ausgewählter Lehrmittel auf das nachfolgende Technik- interesse bei Mädchen weiter- führender Schulen

An weiterführenden Schulen in reinen Mädchenarbeitsgruppen sollen die in einer Diplomarbeit „Windrad- und Riesenrad-Entwicklung, Bau und Programmierung von Funktionsmodellen aus „Fischertechnik“ für den Einsatz an weiterführenden Schulen zur Förderung des Technikinteresses bei Mädchen entwickelten Modelle erarbeitet werden. Projektbegleitend soll dabei der Stand des Technikinteresses vor Beginn und nach Abschluß dieser Unterrichtseinheit überprüft werden. Da es um die langfristige Wirkung einer solchen Technikerfahrung geht, soll nach Ablauf von zwei Jahren eine weitere Untersuchung zum Stand des Technikinteresses erfolgen.

Prof. Dr. Elke-Dagmar Heinrich
Tel.: +49/7531/206 343
e-mail: heinrich@fh-konstanz.de

Forschungsprojekte an der Fachhochschule Konstanz

Mathematica – Vom Problem zum Programm

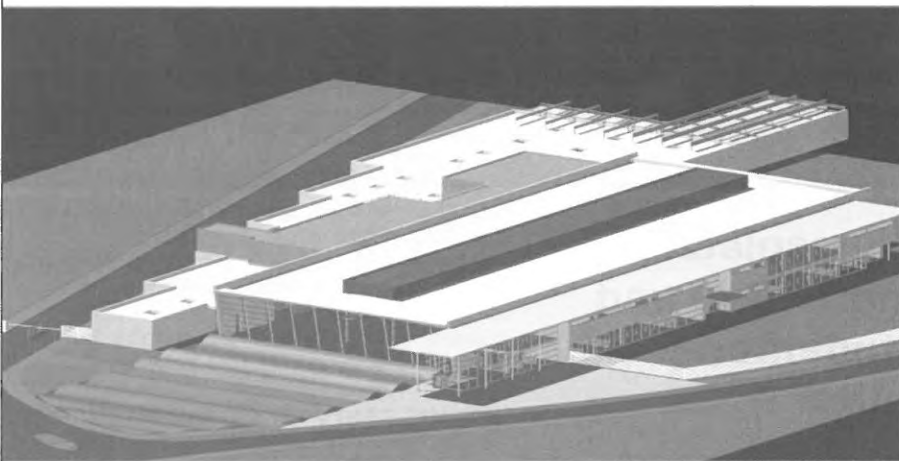
An Hand von Beispielen unterschiedlicher Komplexität wird der Weg von der Problembeschreibung über die Modellbildung und mathematische Behandlung zur Problemlösung dargestellt. Insbesondere wird ein Beispiel für den konkreten Einsatz von OOP ausführlich abgehandelt. Die verwendete Software ist das Computeralgebra-System Mathematica.

Prof. Dr. Elke-Dagmar Heinrich
Tel.: +49/7531/206 343
e-mail: heinrich@fh-konstanz.de

Erprobung genetischer Algorithmen für die Optimierung von Bauteilen

Für ein im Maschinenbau verwendetes spezielles Getriebeteil wurde ein genetischer Algorithmus entwickelt, um das Bauteil, dessen Geometrie von 13 Parametern abhängt, zu optimieren. Zur Zeit wird untersucht, wie sich Veränderungen im genetischen Algorithmus auf die Qualität des Ergebnisses auswirken. Die verwendete Software ist das Computeralgebra-System Mathematica.

Prof. Dr. Elke-Dagmar Heinrich
Tel.: +49/7531/206 343
e-mail: heinrich@fh-konstanz.de



*Die Bewältigung der
Baufaufgaben der Zukunft setzt
neue Maßstäbe und erfordert
neue Wege.*

*Wir bieten als Baupartner
moderne, ganzheitliche
Lösungen, so zum Beispiel bei
der schlüsselfertigen Erstellung
des Implantatewerks für die
Aesculap AG & Co. KG in
Tuttlingen*

Info & Web-Cam: www.aesculap.de/benchmark-factory

**Sie können uns dabei unterstützen, den Herausforderungen von morgen
erfolgreich zu begegnen - nutzen Sie diese Chance und bewerben Sie sich !**

Ihr Partner für innovatives Bauen

**Bilfinger & Berger
Bauaktiengesellschaft
Niederlassung Freiburg
Telefon 0761/51049-0**

**Georg Schwarz GmbH
Bauunternehmung
Tuttlingen
Telefon 07461/3347**

**Emil Stengelin-Hilzinger
Bauunternehmung GmbH
Tuttlingen
Telefon 07461/71017**

„Der Geist ist wie ein Fallschirm. Er funktioniert nur, wenn er offen ist.“

Thomas R. Dewer

Weitere Informationen über unsere offenen Stellen finden Sie im Internet.

Ihre schriftliche Bewerbung schicken Sie bitte unter Angabe der Kennziffer an:

BMW AG
Zentrale München
Recruiting PM-1
80788 München

BMW AG
Werk Landshut
Personalmarketing T-L-2
Ohmstraße 2
84030 Landshut

BMW AG
Werk Dingolfing
Personalmarketing
TD-60-B
Postfach 11 20
84122 Dingolfing

BMW AG
Werk Regensburg
Personalmarketing
TR-615
Herbert-Quandt-Allee
93055 Regensburg



www.bmw.com/karriere

Willkommen bei der BMW Group: Das Denken über nationale und kulturelle Grenzen hinaus ist für uns eine Selbstverständlichkeit. Wenn Sie also in einem Unternehmen mitarbeiten wollen, das weltweit präsent ist, dann freuen wir uns auf Ihre Bewerbung!

Wir bieten **Studenten und Studentinnen**

Praktikumsplätze, Diplomarbeiten und Werkstudenten- tätigkeiten

Für verschiedene Unternehmensbereiche suchen wir engagierte Student/Innen und möchten Ihnen ermöglichen, unser Unternehmen näher kennenzulernen.

Sie studieren einen technischen Studiengang wie z. B. Elektrotechnik, Maschinenbau, Mechatronik, Wirtschaftsingenieurwesen oder Informatik.

Zusätzlich zu Ihrer Begeisterung für das Produkt Automobil verfügen Sie über gute PC- und Englischkenntnisse. Folgende Kenntnisse aus einem oder mehreren Bereichen sind vorteilhaft: Mess- und Regelungstechnik, Konstruktion, Motorentechnik, Matlab/Simulink, dSpace, CAD / CATIA, Microcontroller, Programmiererfahrung in C, C++ bzw. Assembler.

Wir bieten Ihnen die Möglichkeit, selbstständig und im Team Ihre Fähigkeiten und Ihr Engagement unter Beweis zu stellen und freuen uns auf Ihre Bewerbung!

Kennziffer: 8676

BMW Group



Bauen in den Tropen

Klima und Bautypologie von Wolfgang Lauber

„Wenn ein Raum am Äquator heiss ist, gehört der Architekt ins Loch!“ Albert Schweitzer

Das Bauen in den Tropen bedeutet konstruktive und funktionale Auseinandersetzung mit extremen klimatischen Bedingungen. Der Baumeister der gemässigten Breiten kämpft gegen die Kälte und Feuchtigkeit durch wärmedämmte Aussenwandkonstruktionen unter Vermeidung von Kältebrücken und durch Entwicklung technologischer Heizsysteme.

Der Baumeister der Tropen dagegen muss gegen die Hitze und starke Sonneneinstrahlung, gegen die hohe Luftfeuchtigkeit und orkanartige Regenfälle Bauweisen entwickeln, welche den Nutzern behagliche Räume bieten – ohne den Einsatz technischer kühlender Klimaanlage, die aus ökologischer Sicht unsinnig sind, da sie gegenüber der Heizung eines Raumes die vierfache Energie verbrauchen, zumeist mit Primärenergien produziert.

Die traditionelle Architektur der Tropen hat weltweit über lange Zeiträume hinweg intelligente Bauformen, Baukonstruktionen und Raumfolgen entwickelt für das Wohnen, die Arbeit, die Kultur und die Religion ihrer zumeist agrarisch geprägten Gesellschaftsformen.

Für die „3. Welt im Wandel“ führte die Begegnung mit der europäischen Zivilisation durch die Kolonisation im 19. Jahrhundert zu einem Zusammenbruch ihrer traditionellen Kulturformen.

In den vergangenen 100 Jahren, vor allem seit der Unabhängigkeit der jungen Staaten, wurden wohl bedeutsame bauliche Investitionen geleistet. Selten jedoch unter

Beachtung der besonderen Bedingungen des tropischen Klimas. Die grosse Masse des Gebauten zeigt die stereotypen architektonischen Gestaltungsansätze des europäischen gemässigten Klimas mit teilweise schwerwiegenden Konsequenzen für die ökologische Konzeption des Gebäudes, da die besonderen klimatischen Anforderungen nur durch technische Investitionen wie Vollklimaanlage über Primärenergien berücksichtigt werden konnten.

In den nächsten Jahrzehnten werden sich die grossen Bauaufgaben aus den gemässigten Breiten der sogenannten Ersten Welt in die tropischen Klimazonen der sogenannten Dritten Welt verlagern.

Von derzeit 6 Milliarden Menschen (im Jahre 2000) leben 5 Milliarden in der Dritten Welt.

Die Bevölkerungsexplosion in diesen jungen Staaten wird in Zukunft kaum zu bewältigende Bauaufgaben für den Wohnungsbau, Verwaltung, Kultur und Soziales stellen, die mit den überholten europäischen Schematismen nicht mehr zu bewältigen sein werden.

Hier könnte ein Rückgriff auf die tausend Jahre alten baulichen Erfahrungen der traditionellen anonymen Architektur der Tropen wesentliche vorbildhafte Hilfe bringen.

Am Beispiel Afrika wurden deshalb von unserer Fakultät für Architektur an der Fachhochschule Konstanz unter meiner Leitung in den vergangenen 15 Jahren durch mehrere Forschungsprojekte über traditionelle Architekturformen die Prinzipien einer ökologisch sinnvollen Tropenarchitektur analysiert.



Prof. Wolfgang Lauber lehrt im Studiengang Architektur der Fachhochschule Konstanz Entwerfen und Einführung in das Entwerfen, Innenraumgestaltung und Baukonstruktion sowie Bauen in der Dritten Welt. Seine Forschungsarbeiten befassen sich mit traditioneller und deutscher Kolonialarchitektur in Kamerun, Togo und Mali sowie mit "Bauen in der Dritten Welt" in Brasilien, speziell Wohnbauten für die Favelas und Ausbildungszentren in Rio de Janeiro. Er hat zahlreiche Bücher veröffentlicht und hielt Gastvorträge v. a. an der University of California, Berkeley.

Ein erstes Forschungsziel war 1985-1986 die traditionelle Bambusarchitektur in der Übergangszone von der feuchtheissen Zone zur Feuchtsavanne im nordwestlichen Bergland von Kamerun.

Im Vergleich mit der deutschen Kolonialarchitektur in Kamerun und Togo, welche wesentliche Elemente der traditionellen afrikanischen Architektur integrierte, wurden die wichtigsten Grundzüge einer klimagerechten Architektur für die feuchtheissen Klimazonen erkannt und für eine neue ökologische Architektur entwickelt. Die Dokumentation erfolgte 1987-1993 unter der Mitarbeit meiner Kollegen von Mende, Teppert, Wilhelm und Studentengruppen. Diese 3 Projekte wurden im Krämer Verlag Stuttgart in Buchform veröffentlicht (1987/1992/1993).

Bauen in den Tropen Klima und Bautypologie

Traditionelle Prinzipien des ökologischen Bauens in den feuchtheissen Klimazonen:

1. Offene städtebauliche Konzeptionen mit Durchlüftung der begrünten Strassenräume und Privathöfe.
2. Längsstellung der Baukörper (Ost-West) zur Mittagssonne, dadurch geringe Aufheizung der geschlossenen Giebelseiten durch die flachstehende Morgen- und Abendsonne. Reduzierter konstruktiver Aufwand zur Verschattung der Südseite durch Dachvorsprünge, tiefe Loggien und leichte Horizontallamellen als Sonnenschutz.
3. Querlüftung erforderlich durch geringe Temperaturunterschiede Tag-Nacht und schwache Windbewegungen, vorherrschend Nord-Süd-Richtung. Erschliessung der Räume durch äusseren Umgang, ohne inneren Erschliessungsflur mit abriegelnder Wirkung und aussenliegenden giebelseitigen Treppen. Dadurch Querlüftung der durchbindenden Räume möglich, was über die Verdunstungskühlung des Körpers behagliche Raumbedingun-

gen schafft. Zusätzliche Nutzung der vorgelagerten verschatteten Erschliessungsumgänge als Loggia.

4. Prinzip „Haus im Haus“: das innere, massiv gemauerte Kernhaus wirkt als Reduit mit sich nur langsam erwärmenden schweren Mauern, was klimatisch ausgleichend wirkt. Ein vorgesetztes leichtes Sonnenschutzschild verschattet den Umgang um das „Kernhaus“, ohne sich durch zu grosse Masse aufzuheizen und ist gleichzeitig für Licht- und Querluft durchlässig.
5. Zweischalige Konstruktionen der Dachkörper mit Hinterlüftung der leichten Aussenschale.
6. Trockenlegung des Erdgeschossfussbodens durch hochliegenden Sockel und Unterlüftung der Bodenplatte.
7. Helle Farben der Gebäudeaussenflächen zur Erhöhung der Reflektion und Reduktion der Wärmestrahlungsabsorption.

Die kreative Umsetzung dieser Erkenntnisse einer klimagerechten und ökologischen Architektur der feuchtheissen Tropen konnte in drei Bauprojekten in Brasilien erprobt werden.

1995 wurde ein kostengünstiges Wohnhaus für die Favelas von Rio de Janeiro entwickelt und als Prototyp gebaut, das noch heute bewohnt wird. Dabei wurden beachtet:

1. Unterlüftung des hochgelegten, oberflächenwassersicheren Sockels mit abrutschsicherer Ausbildung der senkrecht zum Lehmgangefälle liegenden Streifenfundamente.
2. Querlüftung der Aufenthaltsräume
3. Verschattung der massiven Aussenwände durch weite Dachvorsprünge und vorgesetzte leichte Bambusflechtjalousien.



Bild 1 und Bild 2

*Kostengünstiges
Wohnhaus für die Favelas
von Rio de Janeiro:*

Bau des Prototyps

Bauen in den Tropen Klima und Bautypologie

Ein zweites Projekt in Brasilien war der Entwurf und die konstruktive Durchbildung einer Berufsschule im westlich von Rio gelegenen Stadterweiterungsgebiet Vargem Grande im Jahre 1997, unter Mitarbeit meines Kollegen Romero und Studentengruppen.

Hierbei wurden die Prinzipien einer ökologischen Architektur der feuchtheissen Tropen weiterentwickelt und durch den Bau von Musterfassaden auf dem Gelände der PUC-Universität in Rio de Janeiro erfolgreich vorgeführt.

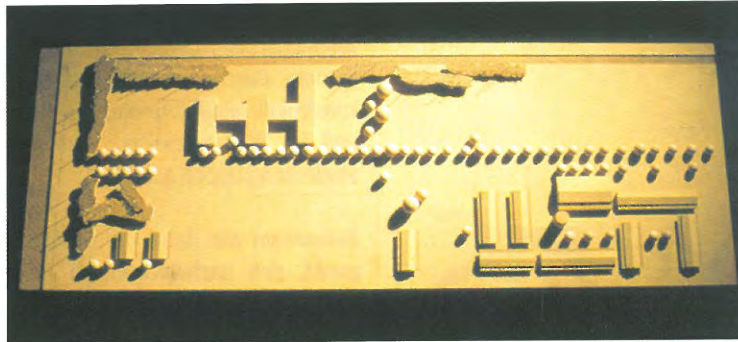


Bild 3

Berufsschule in Vargem Grande im Westen von Rio de Janeiro

Modell der Gesamtanlage

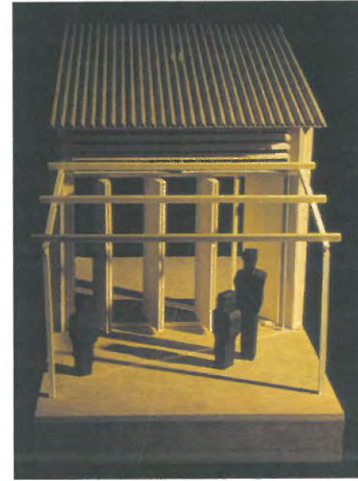


Bild 4a

Fassade mit Vordach, flexiblen Lamellen und Drehelementen

Bild 4b

Fassade mit geöffneten Drehelementen

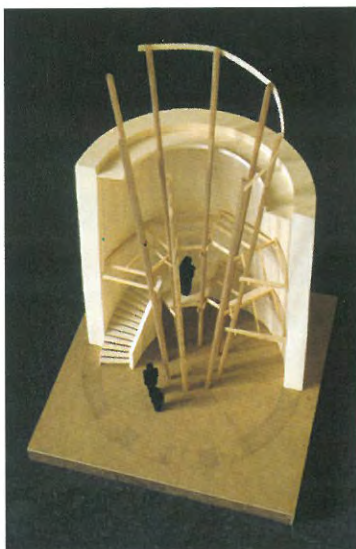


Bild 5

Modell der Bibliothek

Bild 6

Unsere Versuchsbaustelle auf dem Gelände der PUC: Aufbau eines Fassadenausschnitts im natürlichen Maßstab für die geplante Berufsschule. Studienmethode „Learning by doing“



Bauen in den Tropen Klima und Bautypologie

Das dritte Projekt in Brasilien zum Problem des ökologischen Bauens in den Tropen war der Entwurf eines Kinderdorfes im östlich von Rio de Janeiro gelegenen Tangua, in Zusammenarbeit mit meinem Kollegen Romero. Dort wurde ein Wohnhaus konstruktiv als Pilotprojekt geplant und im Wintersemester 1999 mit Studentengruppen gebaut.

Bedeutsam war dabei der Gesichtspunkt, den nachwachsenden Baustoff Holz im holzreichsten Land der Welt als Ersatz für primärenergiefressende Baustoffe wie Stahl, Zement und Ziegel zu verwenden. Das zweigeschossige Wohnhaus wurde in drei Wochen aufgerichtet, dachgedeckt und wird zur Zeit ausgebaut.

Bautypologisch wurden dabei die traditionellen Prinzipien des „Haus im Haus“, die umlaufenden verschattenden Loggia-Umgänge, die Querlüftung der Räume durch äussere Erschliessung über die Loggia und die hochliegende unterlüftete Sockelplatte realisiert.

Ausser den konzeptionellen und realisierten drei Projekten in Brasilien wurden im Sommersemester 1996 zum Thema „Bauen im feuchtheissen Klimaraum der Tropen“ in einer Diplomarbeit „Deutsche Botschaft in Accra/Ghana“ die architektonischen und konstruktiven Prinzipien einer neuen ökologischen Architektur in Afrika erarbeitet und als gedankliche Anregung dem Auswärtigen Amt in Bonn vorgetragen.

Bild 7

Kinderdorf in Tangua im
Osten von Rio de Janeiro

Modell und Realisierung
des ersten Wohnhauses
1999



Bild 8

Kinderdorf in Tangua im
Osten von Rio de Janeiro

Klimagerechte und
ökologische Bauweise
mit nachwachsenden
Rohstoffen



Forschungen zur neueren Architekturgeschichte

Grundlagen des architektonischen Wirkens in der Gegenwart von Immo Boyken

Unter dem Aspekt einer zunehmenden Bedeutung des Bauens im Kräftefeld historischer Bausubstanz für den Architekten von heute, auch aber unter dem Aspekt eines erweiterbaren Spektrums der Architektentätigkeit nach Abschluß des Studiums, werden im Rahmen meines Forschungsprojektes, das in das Institut für angewandte Forschung an der Fachhochschule Konstanz integriert ist, die Grundlagen des architektonischen Wirkens in der Gegenwart untersucht, die aus der Architektur, aus den verschiedenen Architekturwegen des späten 19. und des 20. Jahrhunderts, hier bis in die fünfziger Jahre hinein, herausgefiltert werden sollen.

Das Forschungsprojekt ist unmittelbar verwoben mit und hervorgegangen aus den drei Teilbereichen meiner Lehre:

Baugeschichte, Bauaufnahme und Entwerfen – Bereiche, die nicht als unabhängig voneinander wirkende „Solitäre“ stehen, sondern miteinander verzahnt sind, aufeinander aufbauen und – en bloc – als eine Art integrierter Übung aufzufassen sind, mit der ich – im Sinne einer Hochschule, die bilden, nicht ausbilden sollte – in den Köpfen der Studenten produktive Unruhe erwirken möchte. Diese Lehrbereiche seien zunächst kurz umrissen:

In den **Baugeschichtlichen Vorlesungen** werden – über vier Semester – die Grundzüge der abendländischen Architektur behandelt einschließlich der Auswirkungen auf die Architektur der jeweils folgenden Epochen bis in die jüngere Gegenwart hinein, wobei ich den

Sinn einer Vorlesung nicht darin sehe, ein geschlossenes Bild einer Epoche durch weitgehend chronologisches Abhandeln zu vermitteln, sondern bestimmte Linien in der Geschichte aufzuzeigen, die durch das eigene Studium weiter zu vertiefen sind, um – quasi rückwärts in die Zukunft schreitend – eine Aussage über die Gegenwart zu erhalten, die, vorurteilsfrei, nur auf dem Umweg über die Vergangenheit möglich ist.

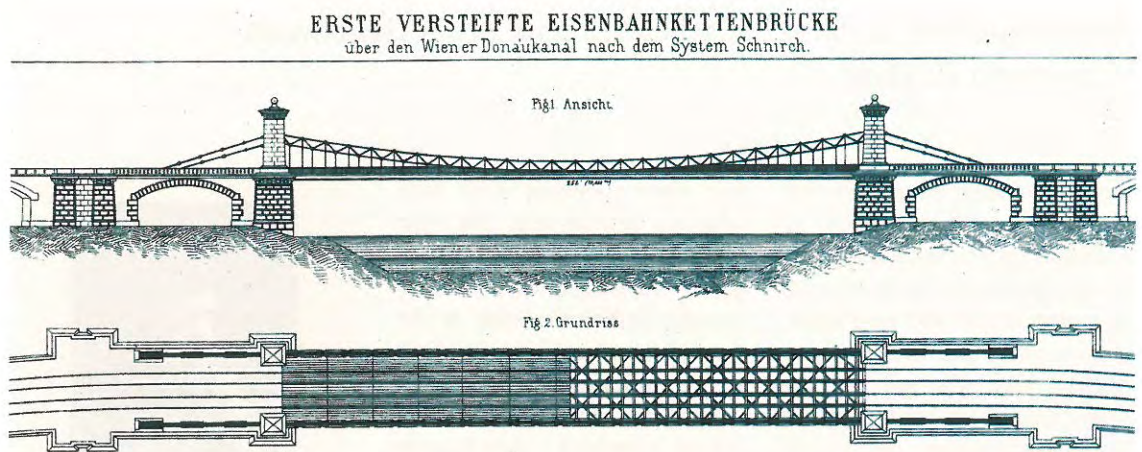
In den **Baugeschichtlichen Seminaren I und II** werden – als Wahlpflichtfach – begleitend zur Vorlesung und darüber hinaus verschiedene Themen zur Baugeschichte durch vorbereitende round-table-Gespräche, durch Exkursionen und abschliessend durch schriftliche Referate erarbeitet, um die Studenten auf diesem Wege in die Problematik des gezielten Sehens und Erkennens einzuführen, ihr kritisches Bewusstsein besonders gegen Eintagsfliegen in der Architektur zu schärfen und, last but not least, um Interessierte in die Methodik des wissenschaftlichen Arbeitens einzuführen, sie Bedeutsamkeit und Bedeutungsschwere zu differenzieren, die dichten Nebelbänke hohler Worthülsen zu durchstoßen helfen.

Das Wahlpflichtfach **Sondergebiete der Baugeschichte**, das als Vertiefungsseminar angelegt ist, soll dem Studenten die Möglichkeit bieten, sich weitgehend aus eigener Initiative mit begleitenden Colloquien in ein baugeschichtliches oder auch denkmalpflegerisches Arbeitsfeld hineinzudenken. Das Thema nach eigener Wahl kann aus einem baugeschichtlichen Seminar abgeleitet oder ganz frei gewählt werden.



Prof. Dr.-Ing. Immo Boyken, geboren 1943 in Oldenburg. Studium der Architektur an der Technischen Hochschule in Karlsruhe. Freier Architekt. Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Baugeschichte an der Universität Karlsruhe. Promotion. Verschiedene Schriften zur Architektur des 20. Jahrhunderts. Seit 1991 Professor für Baugeschichte, Bauaufnahme und Entwerfen an der Fachhochschule Konstanz, Hochschule für Technik, Wirtschaft und Gestaltung.

Forschungen zur neueren Architekturgeschichte



Auch eine Bauaufnahme mit wissenschaftlicher Erkundung des entsprechenden Bauwerks und Umnutzungsvorschlägen ist ebenso möglich wie die Teilnahme an einer archäologischen Kampagne mit zugehörigem Arbeitsbericht.

Mit der **Bauaufnahme** – die Erfassung eines vorhandenen Bauwerkes in Skizze, Plan und Schrift mit den Mitteln des Architekten (und nicht des Geodäten) – und dem damit verbundenen freien Skizzieren sollen der Blick für die bauliche Struktur, für konstruktive und räumliche Zusammenhänge in der Architektur sowie das räumliche Denken geschärft werden. Die Bauaufnahme wird mehrteilig durchgeführt; durch eine Einführungsvorlesung zur Aufnahme aller notwendigen theoretischen Kenntnisse, durch Vorübungen in Gruppen, durch die Hauptübung als einwöchiger Blockkurs, zumeist in Oberitalien, mit vertiefenden Tagesexkursionen, die das aufzunehmende Gebäude, seine Geschichte, sein geistiges Umfeld, seine Architektur in einem umfassenden Rahmen sichtbar werden läßt, und schließlich durch die Ausarbeitung der Zeichnungen mit begleitenden Korrekturen. Nach Abschluß der Bauaufnahme haben die Studenten die Möglichkeit, im

Anschluß an ihre Zwischenpraxis auf der Grundlage ihrer eigenen Aufmaßpläne ein Umnutzungskonzept des aufgenommenen Gebäudes als Oberstufen-Entwurf zu bearbeiten.

Im **Entwerfen** in der Oberstufe fließen schließlich alle Erfahrungen, die die Studenten aus dem Angebotenen bündeln konnten, zusammen; dementsprechend sind die Entwurfsthemen ausgewählt: zum einen, wie schon angesprochen, die Fortführung der Bauaufnahme in das Entwerfen hinein, wie z.B. die Umnutzung des Palazzo Melli in Ferrara in ein „Europäisches Ausbildungszentrum für Handwerker“ oder der Longhena-Landvilla in S. Vendemiano bei Venedig in ein Kongresshotel, zum anderen Entwurfsaufgaben, die die Auseinandersetzung mit historischer Bausubstanz erfordern und aus einer Symbiose von Architekturanalyse und eigenschöpferischer Kreativität zu genuiner Architektur führen. Unter diesem Aspekt sind Themen wie „Schutz- und Erschließungshalle für eine hellenistische Villa auf dem Burgberg von Pergamon“, „Residenz des deutschen Botschafters in Washington auf dem Gelände des Kanzleigebäudes von Egon Eiermann“, „Goethe-Institut in Venedig“, „Europäische Hochschule für die bildenden Künste

Oben: Abbildung aus der „Sammlung ausgeführter Constructionen schmiedeeisener Brücken“, gezeichnet und herausgegeben unter der Leitung des Bauraths, Prof. H. Sternberg, Mannheim o. J. (Legat)

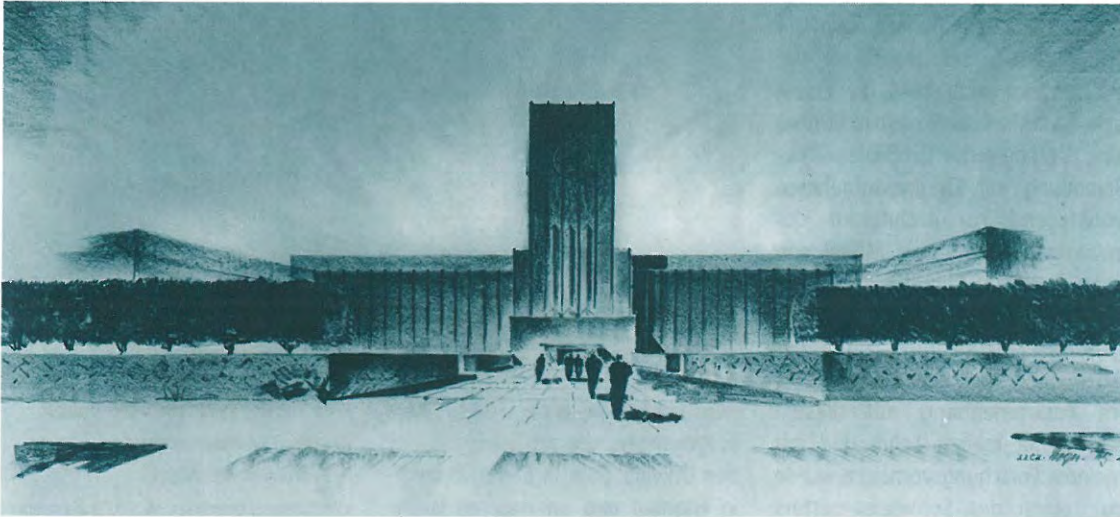
Rechts oben: Fritz Höger, Rathaus Wilhelmshaven, Vorentwurf, 1927 (Legat)

Rechts unten: Fritz Höger, Evangelische Kirche am Hohenzollernplatz in Berlin, Vorentwurf, 1928 (Legat)

auf der Insel San Servolo“ oder „Neuordnung des historischen Stadtkerns von Chioggia“ aufzufassen.

Auf dieser Lehre also aufbauend und sie zugleich ergänzend ist meine Mitgliedschaft und Tätigkeit im Institut für angewandte Forschung anzusehen. Diese Forschungen zur Entstehung der modernen Architektur sollen die Notwendigkeit einer engen Verknüpfung verschiedener Disziplinen, etwa die der Bauinge-

Forschungen zur neueren Architekturgeschichte



niere, der Denkmalpfleger, der Historiker und der Architekten aufzeigen sowie die Unabdingbarkeit der vertieften Kenntnis neuerer Architekturgeschichte zur Gestaltung einer aktuellen und doch über dem Fluß des Modischen stehenden Architektur, zur Ausbildung einer eigenen, unsentimentalen Formensprache.

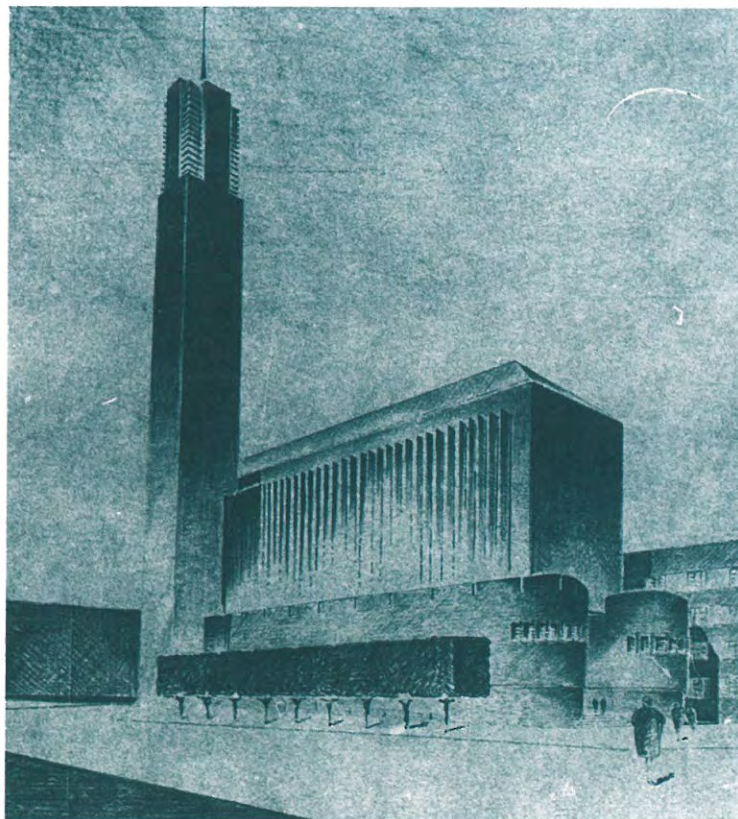
Ziel des Forschungsprojektes ist zum einen, die Verbindung zu benachbarten Institutionen der eigenen Hochschule zu suchen, zu den Institutionen der Denkmalpflege sowie zu denen weiterer Hochschulen, zum anderen interessierte Studenten soweit wie möglich an den Forschungsarbeiten teilhaben zu lassen, um dann aus diesen Dialogen erneuernde Anregungen für eine praxisnahe und zugleich wissenschaftlich fundierte Lehre zu finden, die, nochmals betont, auf der – aus meiner Sicht – untrennbaren Kombination von Baugeschichte, Bauaufnahme und Entwerfen beruht.

Als Grundlage für die Forschungs- und Lehraktivitäten ist im Sommersemester 1999 an unserer Hochschule ein **Archiv für Architektur- und Bauingenieurwesen** eingerichtet worden, in dem schwerpunktmäßig – aber nicht ausschließlich – aus der Region Bodensee Materia-

lien zum gegenwärtigen und vergangenen Architektur- und Bauingenieurgeschehen zusammengetragen, bewahrt und aufgearbeitet werden sollen. Das Archiv, das allen an Lehre und Bauforschung Interessierten offensteht, sieht seine Aufgabe auch darin, durch die Ausrichtung auf eine überschaubare Region

größere Flexibilität, Durchsichtigkeit und Effektivität zu erreichen sowie die Gemeinsamkeiten der Disziplinen Architektur und Bauingenieurwesen sichtbar werden zu lassen.

Der gegenwärtige Bestand – Materialien zur deutschen expressionistischen Architektur, zur „Stuttgarter

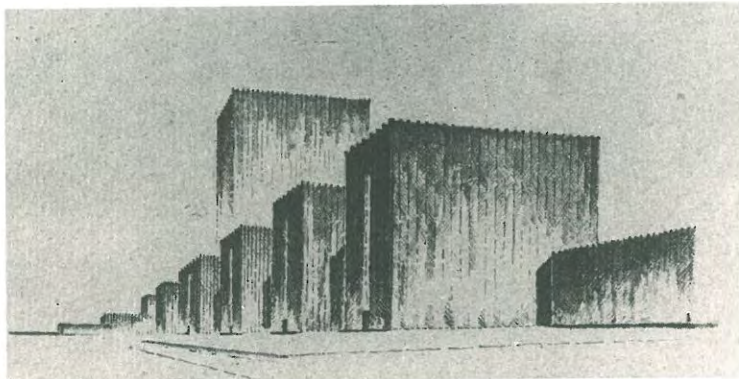


Forschungen zur neueren Architekturgeschichte

Schule" um Paul Bonatz und Paul Schmitthenner, zur Architektur der ersten Jahre nach 1945, zu Eisen- bzw. Stahlbrückenkonstruktionen, eine umfangreiche Groß-Diapositiv-Sammlung mit Originalaufnahmen vorwiegend zur Architektur der zwanziger Jahre sowie Möbel von Egon Eiermann beruht auf Legaten von privater Hand. Zusammenhängende Plankonvolute führender Architekten sind zugesagt.

Im Zusammenhang mit diesem Archiv, mit meiner Lehre und mit meinem Forschungsvorhaben wurde zu Beginn des Sommersemesters 1999 zwischen unserer Hochschule, der „Fachhochschule für Technik St. Gallen“ und dem „Europäischen Zentrum Venedig für die Berufe in der Denkmalpflege“ eine Rahmenvereinbarung getroffen, die im Einvernehmen darin, daß allen mit Denkmalpflege und Altbauerhaltung verbundenen Problemen heute besondere Bedeutung im Rahmen von Arbeitsplatzbeschaffung, von Wirtschaftsförderung und Ressourcenschonung, von Kulturgüterschutz und künstlerischem Schaffen zukommt, der Intensivierung von Lehre und Forschung dienen soll.

Aus den Vorstufen des Archives ist unter anderem die Ausstellung „Deutschsprachige Architekten pla-

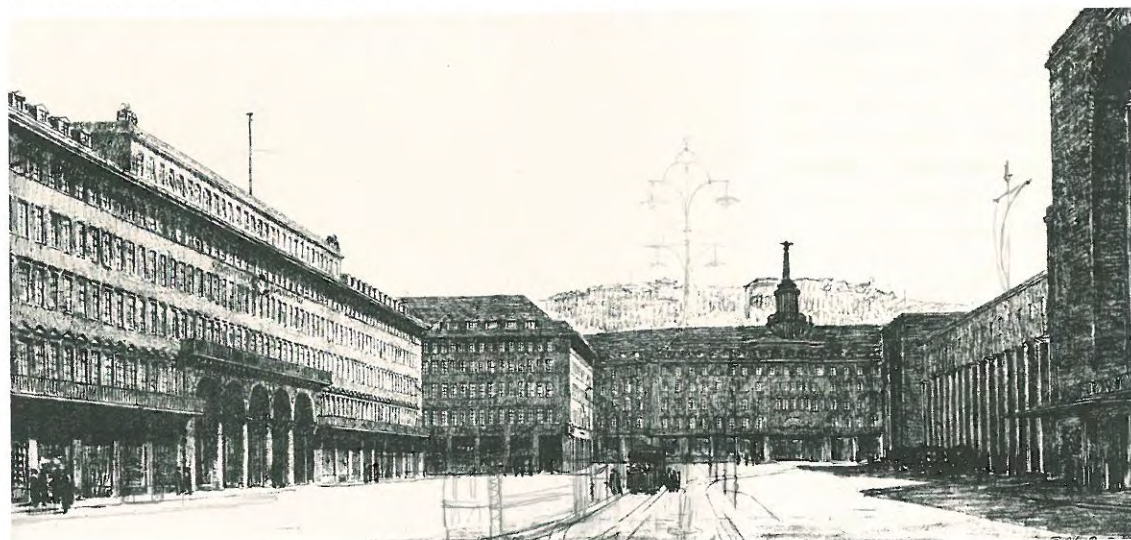


Fritz Höger, Verwaltungsgebäude für die IG-Farben-Industrie in Frankfurt am Main, Wettbewerbsentwurf, 1928 (Legat)

nen und bauen in der Türkei" hervorgegangen, die als Tafelschau an den Universitäten in Berlin, in Delft, in Istanbul und an anderen Hochschulen gezeigt wurde und die weiterhin „wandert“.

Einer ihrer Verfasser, Dipl.-Ing. (FH) Andreas Spaett, Absolvent unserer Hochschule, hat sich – unter weitergehender Nutzung der Bestände des Archives und der Möglichkeiten, die das „Europäische Zentrum Venedig“ bietet – zur Erarbeitung einer Promotionsschrift über das Werk eines süddeutschen Architekten aus der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts entschlossen, an dessen Kirchenbauten besonders auch denkmalpflegerische Aspekte zu spiegeln sind, eine Arbeit, die gemeinsam von Prof. Dr.-Ing. habil Hans-Georg Lippert (Technische Universität Dresden) und von mir als den beiden Referenten betreut wird.

Paul Bonatz und Friedrich Eugen Scholer, Neugestaltung des Bahnhofplatzes in Stuttgart, Wettbewerbsentwurf, 1916 (Legat)



Bodenseestadt

Urbanität – Mobilität – Vernetzung von Frid Bühler und Raimund Blödt

Als grenzüberschreitende Verbindung von Hochschulen und Verbänden, die sich mit dem Thema einer regionalen, nachhaltigen Planungs- und Baukultur des Bodenseeraums beschäftigt, hat sich 1998 die Arbeitsgruppe „Nachdenken über den Bodenseeraum“ gegründet. Diese Gruppe möchte mit ihrer Initiative eine Diskussion über die Zukunft der Seeregion als Lebensraum anstoßen, Visionen entwickeln und damit Bewusstsein bilden und Handlungsanstöße vermitteln. Das Forschungsprojekt „Bodenseestadt“ ist Teil dieser Aktion. Es wird von der Gasversorgung Süddeutschland GmbH gefördert und begleitet.

Ausgehend von der Feststellung der zurückgehenden Attraktivität des Bodenseeraumes und der Bestätigung dieses Trends durch die Bevölkerungsstatistik und Wirtschaftsdaten setzt das Forschungsprojekt nach einer ersten Analyse bei drei Problembereichen an:
Urbanität - Mobilität - Vernetzung.



Frid Bühler (Projektleiter)

Professor, Dipl.-Ing., freier Architekt
am Fachbereich Architektur+Gestaltung



Raimund Blödt (Projektleiter)

Professor, Dipl.-Ing., freier Architekt
am Fachbereich Bauingenieurwesen

Projektteam:

Herman Bentele

Dipl.-Ing., freier Architekt

Heike Eberhardt

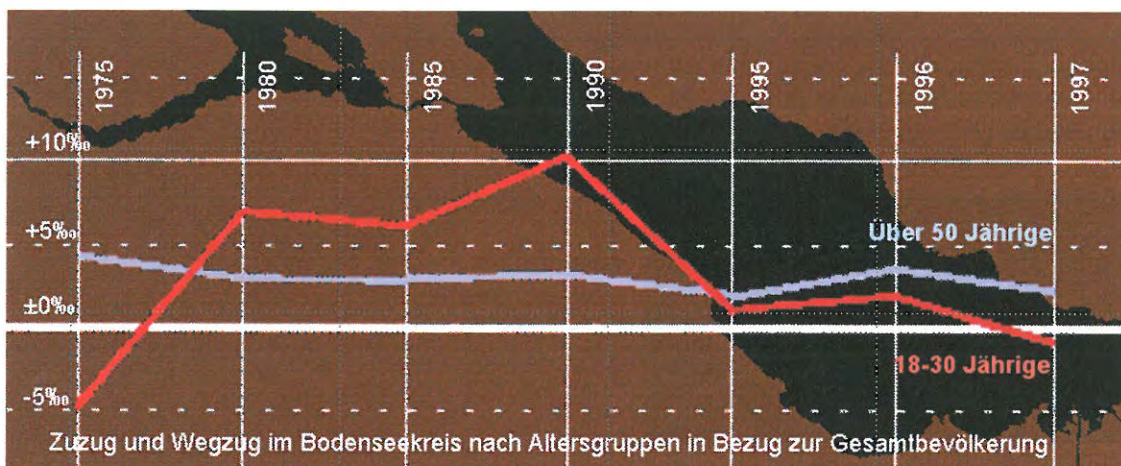
Dipl.-Ing., freie Architektin

Christoph Hild, Dipl.-Ing.

Faruk Murat, Cand. Arch.

Jörg Seifert, Cand. Arch.

Mit diesem problemorientierten Ansatz werden einerseits die wesentlichen Handlungsfelder für die Stadtentwicklung am See angesprochen und andererseits die hohe Komplexität der Stadtregion in Teilaspekten operationalisiert. Dies ist insbesondere auch für die öffentliche Darstellung bei Politikern und Entscheidungsträgern wichtig, um eine effektive Diskussion über Eingriffsmöglichkeiten und Instrumentarien führen zu können.



Zuzug und Wegzug im
Bodenseekreis nach
Altersgruppen im Bezug
zur Gesamtbevölkerung

Bodenseestadt Urbanität – Mobilität – Vernetzung

Vernetzung

Die Geschichte des Bodenseeraumes ist eine Geschichte der Städte. Urbane Zentren standen im Spannungsfeld zur ländlichen Umgebung, Diese auch in ihrer baulichen Ausformulierung evidente Struktur ging im Zuge der Regionalisierung verloren. Der größere Teil der Bürger dieser Städte wohnt nicht mehr in den historischen Kernstädten sondern in peripheren Strukturen, ohne daß sich diese Schwerpunktverlagerung im Bewußtsein niedergeschlagen hat. Noch immer definiert sich die Peripherie aus den historischen Zentren heraus. Diese hierarchisch gegliederten Strukturen, wie sie auch noch der zentralörtlichen Gliederung der Regional- und Landesplanung zugrunde liegen, ist in den neueren Stadtmodellen überholt.

Die Stadt wird heute als Netz mit gleichberechtigten Knoten verstanden, die jeweils bestimmte zentrale Aufgaben arbeitsteilig übernehmen können. „Knoten sind Orte hoher Dichte von Menschen, Gütern und Informationen. Verbindungen drücken sich aus als Flüsse von Personen, Gütern und Informationen zwischen den Knoten“ (F. Osswald). Die Analyse zeigt, daß auch in der Siedlungsstruktur der Bodenseeregion ähnliche Umstrukturierungsprozesse ablaufen. Die verstädterte Region zerfällt in einzelne Fraktale, die innerhalb des Netzes ein hohes

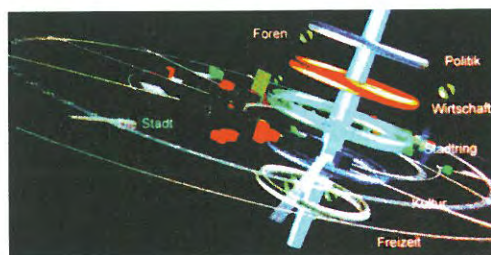
Maß an Selbständigkeit entwickelt haben und die teilweise im Widerspruch zueinander stehen. Die historischen Stadtkerne sind ebenfalls „nur“ Teile in diesem Netzwerk. Ziel der Arbeit ist es diese Netzstruktur zu analysieren und Potentiale in den bestehenden oder möglichen Knotenpunkten aufzuspüren. Die Vernetzung der Städte am See zu einer gut erschlossenen und arbeitsteilig vorgehenden Einheit kann die Mängel der Einzelstandorte aufheben und die Region gegenüber anderen Stadtregionen konkurrenzfähig machen.



Die Benutzung des Internet ist für die Vernetzung der Bodenseestadt von großem Vorteil. Die Entfernungen verlieren an Bedeutung. Das Angebot der Teilstädte ist abrufbar. Politische Informationen und planerische Daten sind jederzeit verfügbar. Die Bodenseestadt wird lebendig, ein gemeinsames Image entsteht.

Netzstruktur
im Bereich Friedrichshafen

Fallstudie:
T. Dieng, P. Montag, U. Schukraft



Digitale Bodenseestadt

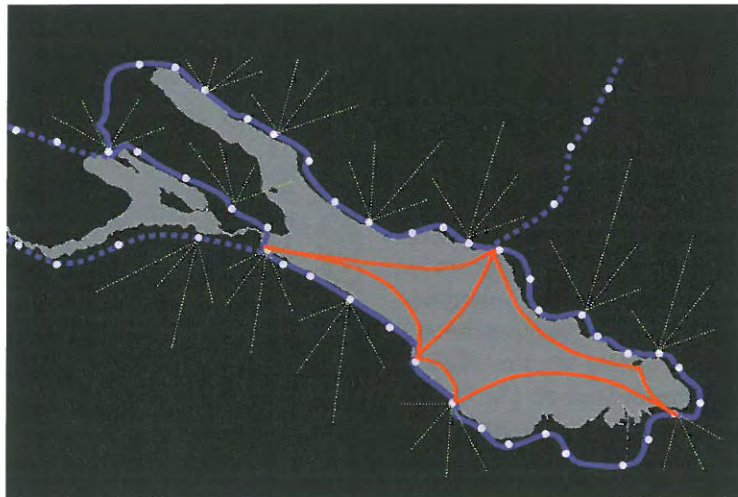
Projekt:
*F. Drews, J. Hofer,
A. Petillo, P. Trifon*

Bodenseestadt

Urbanität – Mobilität – Vernetzung

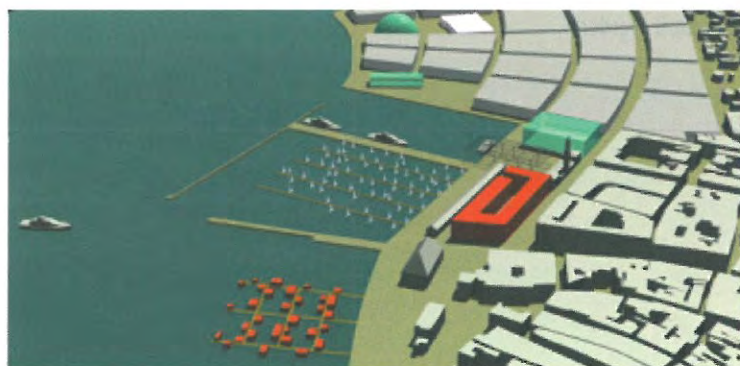
Mobilität

Grundlage der Vernetzung ist ein gut funktionierendes öffentliches Nahverkehrssystem, das die Knotenpunkte des Städtensetzes zeitlich näher zusammenbringt. Die bestehende bandförmige Siedlungsentwicklung in der Region und die vorhandenen Gleisanlagen sind die ideale Voraussetzung für die Erschließung mit einem linearen Nahverkehrsmittel. Ein großer Prozentsatz der Einwohner lebt damit im unmittelbaren Einzugsbereich der potentiellen Haltepunkte. Stadtbahn und Schnellboot sind eine wesentliche Komponente dieser neuen Mobilität innerhalb der Bodenseestadt, die Arbeitsteilung und Synergieeffekte erst ermöglicht.



Verkehrslinien sind konstituierende Elemente der Stadtgestalt. Ein Teil des öffentlichen Nahverkehrs mit dem Schiff rückt den See als wichtigstes Kapital der Bodenseestadt ins Bewußtsein der Bürger. Die Bodenseestadt definiert sich durch den See. Haltepunkte und Anlegestellen können neue Identität stiften. Sie sind neue Tore zur Stadt und Kristallisationspunkte für die umliegenden Quartiere.

*Öffentliches Nahverkehrssystem
als konstituierendes Element
der Bodenseestadt*



*Schnellbootanlegestelle
als neues Tor zu Stadt*

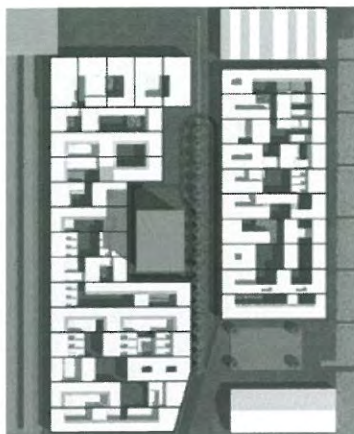
*Fallstudie:
D. Karneth, F. Schmid, M. Sprenger*

Bodenseestadt Urbanität – Mobilität – Vernetzung

Urbanität

Restriktive Planungswerkzeuge, wie Bodensee-Ufererlass etc., können die Zersiedlung der Landschaft und die Suburbanisierung der Stadt nicht aufhalten. Die bisherige Entwicklung hat dies bewiesen und es ist absehbar, daß in naher Zukunft die Region weitgehend zersiedelt ist. Im Modell der Netzstadt ist eine Konzentration in den Knotenpunkten vorgegeben, d.h. „eine innere Stadterweiterung“ und damit eine Wiederentdeckung der urbanen Stadt als gleichzeitiger Überlagerung verschiedener Interaktionen am gleichen Ort. Diese innere Konzentration ist der einzig wirksame Schutz der freien Landschaft.

Die Gestaltung des öffentlichen Raumes als Erlebnisgerüst und Zeichen der Identität für Begreifbarkeit und Lesbarkeit ist der Schlüssel für gebaute Urbanität. Hier knüpft die Arbeit an die Qualitäten der historischen europäischen Städte an. Neue Gebäudetypologien werden erprobt, insbesondere solche, bei denen die Vorteile des Einfamilienhauses am Stadtrand mit der Qualität dieser urbanen Standorte verknüpft werden.



Neue Gebäudetypologien

Fallstudie:

F. Bühler, Ch. Hild, K. Mohr, F. Trefzer

Die Möglichkeit des Bauens in den urbanen Zentren ergibt sich durch eine Jahrhundertchance. Dies ist der Rückzug der Eisenbahn und deren Umwandlung in eine Stadtbahn. Die bisher extensiv genutzten Flächen von Bahngesellschaften und bahn-nahen Gewerbebetrieben, die den Zugang zum See behindern, werden frei und können einer städtischen Nutzung zugeführt werden. Die neugewonnenen Flächen haben eine

Gelenkfunktion zwischen heutigem Zentrum und See. Der hundert Jahre alte Traum der Stadt am See kann in Erfüllung gehen. Die Seelage ist wichtiges Kapital für das Stadtmarketing und für die Entscheidung in diesen Städten zu wohnen und zu arbeiten.

Bahnbranche als Jahrhundertchance

Fallstudie:

D. Dettling, T. Kraft, F. Dönges, T. Gut



Knowledge Community

von Peter Franklin, Wolfgang Reichelt und Michaela Zitzen

Die Knowledge Community als Vehikel der formellen und informellen Aus- und Weiterbildung: Erläuterung des Konzepts an einem Beispiel aus dem Bereich „Interkulturelle Wirtschafts- und Managementkommunikation“

Die rasante Entwicklung im Bereich der neuen Medien als auch der neuen Telekommunikationstechniken ergreift zunehmend alle Bereiche der Gesellschaft. Auf Grund dieser technologischen und gesellschaftlichen Veränderungen sind alternative Bildungsangebote möglich geworden, die durch die drei Merkmale Flexibilität, Bedarfsorientierung und Kosteneffizienz charakterisiert sind und die somit enorme Vorteile gegenüber traditionellen Formen der Wissensvermittlung versprechen. Durch die Verfügbarkeit des Internet als virtuelle Plattform entsteht zum ersten Mal die Möglichkeit, Aus- und Weiterbildung unabhängig von zeitlichen oder räumlichen Restriktionen zu realisieren und Menschen schnell und leicht Zugang zu innovativen Informations-, Bildungs- und Erfahrungsaustauschmöglichkeiten zu schaffen, die auf Grund komplizierter Lebens- und/oder Arbeitsbedingungen von konventionellen Möglichkeiten nur wenig Gebrauch machen konnten. Die genannten Vorteile lassen erwarten, daß netzbasiertes Lernen in der Aus- und Weiterbildung zukünftig an Bedeutung gewinnen wird.

Diese Entwicklungslinie ist mit der Aufbrechung traditioneller Lehr- und Lernstrukturen begleitet, wie sie sich beispielsweise in der Herausbildung sogenannter virtueller Lernumgebungen zeigt, die nicht mehr nur

Lernen in formellen, organisierten Strukturen ermöglichen, sondern das Potenzial in sich tragen, zu Werkzeugen für die Beschaffung von und den Umgang mit Informationen und Wissen - für das informell angelegte Wissensmanagement - ausgestaltet zu werden. In diesem Zusammenhang hat eine durch zwei der Autoren dieses Beitrags durchgeführte Fallstudienreihe zu virtuellen Lernumgebungen [1] ergeben, daß auf dem deutschen Bildungsmarkt tatsächlich nur wenige netzbasierte Weiterbildungsangebote in Form von virtuellen Lernumgebungen existieren und dementsprechend noch wenig Erfahrung mit Blick auf die Gestaltung und den Betrieb virtueller Lernumgebungen vorliegen. Dieses Ergebnis deutet darauf hin, dass eine angemessene Passung von Bildungsangeboten und Kommunikations- und Informationstechnologien derzeit noch nicht gelungen ist. Dieses Defizit ist weniger auf die mangelnde Verfügbarkeit von Hard- und Software zurückzuführen, als auf mangelnde Entwicklungs- und Nutzungskonzepte, auf deren Grundlage sich virtuelle Lernumgebungen als marktfähige Produkte auf dem Bildungsmarkt durchsetzen und etablieren können.

Ein solches Konzept stellt die sogenannte Knowledge Community dar, eine mediengestützte und auf dem Internet basierte, innovative und bisher nicht erprobte Form der informellen sowie formellen Wissensbeschaffung und Vermittlung zugleich. Konkret verstehen wir darunter eine interaktive, auf die Organisation von Gruppen- und Individualkommunikation optimierte Datenbanktechnologie (Client-Server-



Peter Franklin ist Professor für Wirtschaftsenglisch und interkulturelle Wirtschafts- und Managementkommunikation im FB Wirtschafts- und Sozialwissenschaften der FH Konstanz. In seinen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten beschäftigt er sich mit dem Einfluß von kulturbedingten Normen, Werten und Einstellungen auf Kommunikation und Kooperation im internationalen Wirtschaftsleben.

Wolfgang Reichelt ist Geschäftsführer der Gesellschaft für Informationstechnologie und Pädagogik am IMBSE e.V., Moers.

Michaela Zitzen ist freie wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Gesellschaft für Informationstechnologie und Pädagogik am IMBSE e.V., Moers.

Software), die sich in ihren Ausgestaltungsstrukturen an den Ideen orientiert, wie sie beispielsweise von Hagel und Armstrong (1997) [2] dargestellt werden.

Ziel ist es, eine vergleichsweise homogene Interessengemeinschaft zu kreieren, die sich von einem fremd organisierten Service – mit zunehmender Dauer und kommunikativer Verdichtung – zu einem virtuell konstituierten „sozialen Organismus“ mit partizipativer Ausprägung entwickelt. Die Aspekte gemeinschaftliches Lernen, Erfahrungsaustausch, gegenseitige Hilfe bilden

Knowledge Community

zusammen mit einschlägigen Informationsbedarfen, die den redaktionellen „Input“ in die Community steuern, die Katalysatoren für die Herausbildung von Gruppen- und Individualbeziehungen, die letztlich die virtuelle Community langfristig stabilisieren. Dieser angestrebte Effekt bildet den Kontrapunkt zur ansonsten häufig bemerkten Flüchtigkeit und Fragilität „sozialer Gemeinschaften“ im Netz und schafft die Voraussetzung, damit sich die Community inhaltlich, organisatorisch und die Qualität der Sozialbeziehungen betreffend qualitativ verbessern und weiter differenzieren kann. Das Ergebnis ist eine Gemeinschaft, die also nicht nur im herkömmlichen Sinne lernt, sondern auch untereinander informell kommuniziert und sich über einen regen Informations- und Erfahrungsaustausch im informellen Beziehungsgeflecht der Mitglieder und Organisatoren gegenseitig hilft und ergänzt.

Die soziotechnische Konzeption einer Community-Plattform ist langfristig auf die Herausbildung selbsttragender Kompetenz- und Wissensnetzwerke ausgerichtet. Knowledge Communities tragen u.E. ein großes bildungspolitisches aber auch kommerzielles Potenzial in sich, erzeugen ein Produkt, das durch die systematische Einbeziehung vier wesentlicher Ressourcen hervorgebracht und gestärkt wird: Technik netzbaasierte Kommunikations- und Informationstechnologien, Rohstoff Information, Produktivkraft Kommunikation und Humanressourcen Autoren, Moderatoren, Tutoren und Mitglieder. Das Endprodukt ist Wissen.

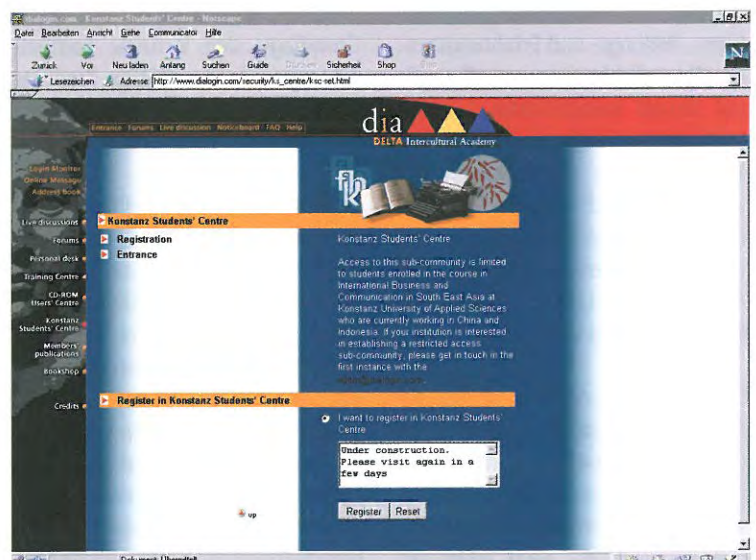
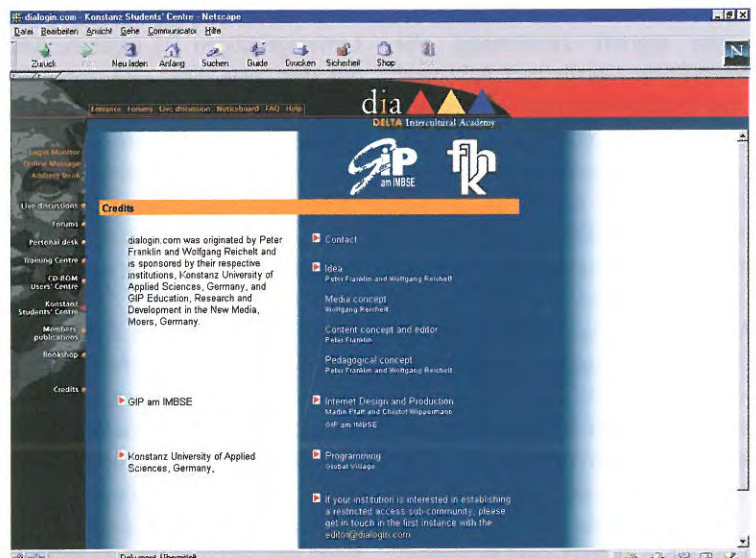
Bild 1

*Die Homepage www.dialogin.com
The Delta Intercultural Academy*

Im Bereich der beruflichen Aus- und Weiterbildung eröffnen Community-Plattformen Möglichkeiten, neue Formen des Fernlernens respektive Wissenstransfers zu gestalten, die eine auf die individuellen Fähigkeiten und Bedürfnisse der Mitglieder ausgerichtete dauerhafte berufliche Weiterbildung respektive eine Verbesserung inner- und überbetrieblichen Wissenstransfers ermöglichen. Aus diesem Grund sollen in der Knowledge Community neben didaktisierten Lernprozessen, die

durch den formellen Kernbereich gewährleistet wird, gleichwertig informelle Formen selbst bestimmten Wissenstransfers angeboten werden.

Am Beispiel von www.dialogin.com, einem von der Gesellschaft für Informationstechnologie und Pädagogik am IMBSE e.V., Moers, und der Fachhochschule Konstanz getragenen Kooperationsprojekt, soll erläutert werden, wie eine Knowledge Community ausgestaltet werden kann.



Knowledge Community

www.dialogin.com The Delta Intercultural Academy ist eine virtuelle „knowledge and learning community“, die dem Thema „Interkulturelle Wirtschafts- und Managementkommunikation“ in all ihren Facetten gewidmet ist.

Zielgruppe

www.dialogin.com – The Delta Intercultural Academy richtet sich an „business interculturalists“ in aller Welt. Das heißt insbesondere

- diejenigen, die im internationalen Wirtschaftsleben tätig sind, z.B. im Auslandseinsatz befindliche Geschäftsleute, Angehörige globaler oder international tätiger Unternehmen, Joint-Ventures und strategischer Allianzen, Mitglieder in international besetzten (auch virtuellen) Teams und Projektgruppen
- Wissenschaftler, Dozenten, Personalfachleute, Unternehmensberater und Trainer, die sich mit dem Thema „Interkulturelle Wirtschafts- und Managementkommunikation“ in ihrer forschenden, unterrichtenden und beratenden Tätigkeit auseinandersetzen.

Zweck

Zweck der Academy ist es, ihren Mitgliedern vielfältige Dienstleistungen zum genannten Themenbereich im virtuellen Medium anzubieten. Das sind insbesondere Möglichkeiten der Selbstpräsentation und der Kommunikation, des Informations- und Erfahrungsaustausches, des Publizierens sowie der informellen und formellen Aus- und Weiterbildung.

Bedarf bei Praktikern

Das internationale Wirtschaftsleben ist geprägt durch teilweise sehr große Defizite im Bereich interpersonelle sowie inter- und intraorganisationelle Kommunikation. Diese Defizite betreffen sowohl sog. kulturgenerelle Wissensbestände und Fertigkeiten, die allem interkulturellen Agieren zugrunde liegen, als auch sog. kultur-spezifisches Wissen und Können, das zu einem bestimmten interkulturellen Zweck unmittelbar verwertet werden kann. Diese durchaus von den betroffenen Praktikern erkannten Mängel führen zu einer großen Kommunikations- und Verhaltensunsicherheit und deshalb zu einem Informations- und Kommunikationsbedürfnis, das auch in einen Bedarf an Aus- oder Weiterbildung münden kann. Diese Bedürfnisse soll www.dialogin.com – The Delta Intercultural Academy durch die Begegnung mit anderen Praktikern sowie mit Wissenschaftlern, Dozenten, Personalfachleuten, Unternehmensberatern und Trainern befriedigen.

Bedarf bei Wissenschaftlern, Dozenten, Personalfachleuten, Unternehmensberatern und Trainern

Die wissenschaftliche, theoretische und didaktische Auseinandersetzung mit interkulturellen Themen ist notwendigerweise ein internationales Unterfangen, das mehr noch als bei anderen Disziplinen von der Interaktion mit Kolleginnen und Kollegen in aller Welt lebt und profitiert. Trotz etablierter Begegnungsformen wie Fachzeitschriften und Fachtagungen besteht ein erheblicher Bedarf nach

schneller und informeller Kontaktaufnahme, Kommunikation und Information unter Kolleginnen und Kollegen. Darüber hinaus sind Interkulturalisten auf die Kenntnisse, Erfahrungen, Einsichten und Einschätzungen von Praktikern in ihren interkulturellen Begegnungen angewiesen. Für diesen sehr wichtigen Informationsaustausch soll www.dialogin.com – The Delta Intercultural Academy als Forum dienen.

Die Dienstleistungen der „Knowledge Community“ werden in folgenden virtuellen Formen erbracht:

Selbstpräsentation

- Persönliche und individuell gestaltbare Homepage
- Kommunikation mit anderen Mitgliedern:
email, online messaging, Gästebuch, one-to-one chat, login-monitor, Mitgliederliste

Information

Von Academy-Mitgliedern moderierte, asynchrone Diskussionsforen; Informationsseiten, die sowohl von der Community-Administration als auch von Mitgliedern bearbeitet werden; Verknüpfungen zu für Interkulturalisten interessanten Internetseiten.

Publizieren

Mitglieder können längere Texte zum Downloaden veröffentlichen.

Knowledge Community

Aus- und Weiterbildung

In diesem Bereich sind alle gängigen und bereits aus anderen Fernlernplattformen bekannten Weiterbildungsmöglichkeiten wie Selbstlernen mit Hilfe von Fernlernmaterialien (Kompaktkurs, Workshop), gruppenbasiertes Echtzeitlernen mit dem Trainer via Chat und Whiteboard-Unterstützung, individuelles Coaching zur Unterstützung des Konzepts Learning on Demand umsetzbar. Zur Zeit werden asynchrone und synchrone Diskussionsforen angeboten,

die von eingeladenen Expertinnen und Experten moderiert werden. Außerdem umgesetzt ist ein Forum für Benutzer der Selbstlernsoftware „Das Delta-Konzept“ (s. Artikel in diesem Heft). Noch in der Entwicklung befinden sich im Rahmen eines vom Leonardo-Programm der E.U. geförderten Projektes Online-Kurse zur länderspezifischen Vorbereitung von Geschäftsleuten auf das Verhandeln in Deutschland, Großbritannien und Spanien.

Literatur:

- [1] Reichelt, Wolfgang;
Zitzen, Michaela:
Merkmale virtueller Zentren –
Ergebnis einer Fallstudienreihe
im Auftrag des Bundesinstituts
berufliche Bildung,
Moers/Bonn, 2000
- [2] Hagel, John;
Armstrong, Arthur G.:
NetGain,
Boston, MA, 1997



Bei uns werden Ihnen keine Steine in den Weg gelegt, im Gegenteil ...

Bewegung ist unser Erfolg. Dabei legen wir besonderen Wert auf höchste Präzision, solide Qualität und Konstruktionen nach neuesten Erkenntnissen.

Unsere 90 Mitarbeiter beliefern heute weltweit 200 Kunden in 30 Ländern, über die Hälfte unseres Umsatzes erzielen wir im Inland.

Dank unserer innovativen Produkte erwarten wir aus heutiger Sicht eine weiterhin positive Geschäftsentwicklung.

Das schnelle und erfolgreiche Wachstum ist nur durch unsere Mitarbeiter möglich. Wir suchen engagierte junge Leute, Diplomaten/innen, Praktikanten, Absolventen

Ihr Ansprechpartner:
Frau Krug

LINNIG
Antriebstechnik GmbH
Riedheimer Str. 5
88677 Markdorf
Tel. 0 75 44 / 96 40
Fax 0 75 44 / 62 18
www.linnig.com

für die Entwicklung
in den Bereichen
Maschinenbau und Elektrotechnik
Mechatronik

Wir sind gespannt auf Ihre Vorschläge und Themen Ihrer Diplomarbeiten !



Vermittlung interkultureller Kommunikationskompetenz

für die internationale Wirtschaft: Ein neuer curricularer Ansatz und seine multimediale Umsetzung als CD-ROM mit Internet-Unterstützung¹⁾

von Peter Franklin

Die zunehmende Globalisierung der Wirtschaft bedeutet für immer mehr Geschäftsleute und diejenigen, die es werden wollen, daß sie ihr berufliches Wissen und Können in Kommunikationssituationen im In- und Ausland einsetzen müssen, die von fremden Kulturen geprägt sind: Nicht nur die Fremdsprache, sondern auch fremde Kommunikations- und Verhaltensweisen und unvertraute Werte und Normen erschweren das Tagesgeschäft.

Daß es dabei nicht allein auf die perfekte Beherrschung einer Verkehrssprache des internationalen Wirtschaftslebens, häufig des Englischen, ankommt, belegen zahlreiche Beispiele aus der Praxis und vereinzelt auch Bedarfsanalysen (so z.B. Franklin & Renner (1993). Muttersprachler der gewählten Verkehrssprache mit ihren perfekten Sprachkenntnissen sind dem L2-sprechenden Geschäftspartner in Verhandlungen nicht zwangsläufig kommunikativ überlegen. Die Erfahrung zeigt, daß eine Sensibilität für das Fremde am ausländischen Verhandlungspartner und seinem Kommunikationsstil und eine Fähigkeit, damit umzugehen, sowie die Beherrschung angemessener Verhandlungsstrategien und -techniken häufig den erfolgreichen grenzüberschreitenden Kommunikator in der Wirtschaft kennzeichnen und sogar fremdsprachliche Unzulänglichkeiten bis zu einem gewissen Grade ausgleichen können. Es gehört also mehr zur erfolgreichen Bewältigung der interkulturellen Kommunikationssituation in der Wirtschaft als nur die reine Fremdsprachenbeherrschung.

Das Delta Konzept

Das sogenannte Delta-Konzept berücksichtigt diese Tatsache in einem Zugang zum englischsprachigen Verhandeln im internationalen Wirtschaftsleben, der die Schlüsselrollen dreier Kommunikationskompetenzen anerkennt. Diese drei Kompetenzen sind:

- Kompetenz in interkultureller Kommunikation;
- Kompetenz in face-to-face-Wirtschaftskommunikation, insbesondere bezogen auf Verhandlungstechniken;
- Kompetenz in Wirtschaftsenglisch, insbesondere Verhandlungsenglisch.

Ein dreigliedriges Curriculum – ein neues Selbstlernmedium

Viele Ansätze zur Vorbereitung von Geschäftsleuten auf internationale Verhandlungen legen den Schwerpunkt auf nur eine dieser Fertigkeiten – und suggerieren den Lernern damit, daß die Beherrschung dieser einen Fertigkeit zum gewünschten kommunikativen Erfolg führen wird.

Die multimediale Selbstlernsoftware „Das Delta-Konzept“²⁾ hingegen basiert auf einem durch eine Bedarfsanalyse unter europäischen Geschäftsleuten gestützten, dreigliedrigen Curriculum, das ausgehend von den u.U. unterschiedlichen Fähigkeiten und Defiziten der möglichen Benutzer die drei erforderlichen Kompetenzbereiche kombiniert. Curriculum und Lernmedium, die im Rahmen eines von der Gesellschaft für Informationstechnologie und Pädagogik am IMBSE e.V., Moers geleiteten, E.U.-geförderten LIN-

GUA-Projektes unter Beteiligung des Autors des vorliegenden Berichts entwickelt worden sind, bieten international tätigen Geschäftsleuten und Studierenden, die sich auf eine internationale Berufstätigkeit vorbereiten, die Möglichkeit, ihren eigenen Weg zu der von ihnen gewünschten Kompetenz zu gehen, in dem sie sich mit einem oder mehr Kompetenzbereichen schwerpunktmäßig auseinandersetzen. Diese Möglichkeit, aus den angebotenen Ressourcen das eigene Curriculum zu erstellen und es mit Inhalt zu füllen, ergibt sich aus der Nutzung einer multimedia-immanenten Nichtlinearität, die eine Modularisierung von Wissensbeständen und deren Verknüpfung untereinander von der Makro- bis hin zur Mikroebene ermöglicht.

Außerdem kommt das Selbstlernmedium den Lernbedürfnissen von international Berufstätigen entgegen, die zeitlich durch ihre berufliche Belastung und u.U. auch räumlich durch eine intensive Reisetätigkeit nicht in der Lage sind, sich an konventionellem extensivem oder intensivem Präsenzunterricht zu beteiligen. Gelernt werden kann im Büro, unterwegs oder zu Hause, wann immer Zeit vorhanden ist.

Vermittlung interkultureller Kommunikationskompetenz für die internationale Wirtschaft

Das Delta-Konzept.

Ein interaktiver Workshop.

Die Benutzer betreten im Verlauf ihres selbstgesteuerten Lernprozesses verschiedene virtuelle Räume, in denen sie sich mit den unterschiedlichen Aspekten internationaler Verhandlungen beschäftigen können. Die Räume sind von einem zentralen Foyer aus zugänglich.

Foyer

Das Foyer ist der Ausgangspunkt des Rundganges in der virtuellen Lernwelt: hier erhält der Benutzer alle

Informationen, die er benötigt, um zu wissen, welcher Kompetenzbereich in welchem Raum und in welcher Weise für die Bearbeitung bereitgestellt wird. Wenn er sich allerdings durch die Nichtlinearität des dargebotenen Lernstoffes überfordert fühlt – das methodische Konzept setzt ja eine relativ selbstständige Lerndisposition voraus – kann sich der Lerner mit der 'Tips for the User-Funktion' in den verschiedenen Wissensgebieten einstufen und einen Lernweg durch die CD-ROM vorschlagen lassen.

Negotiation Room

Im „Negotiation Room“ kann der Benutzer eine simulierte, englischsprachige Geschäftsverhandlung zwischen einer Spanierin, einem Deutschen und einem Briten erleben und erschließen, wozu ihm verschiedene „Werkzeuge“ zur Verfügung gestellt werden, wie beispielsweise ein Untertitelungsautomat wahlweise für Deutsch oder Englisch und eine Videorecorderfunktion zum freien Vor- und Rückspulen des Filmmaterials.

Backstage

„Hinter den Kulissen“ kann der Lerner den Videofilm der Verhandlung analysieren und interaktiv herausfinden, wie kulturell bedingte Unterschiede im Kommunikationsstil und Verhalten sowie verschiedene wirtschaftliche Interessen zu Störfaktoren in internationalen Verhandlungssituationen werden können. Es werden Einsichten hauptsächlich aus den Arbeiten von Hall (1959, 1966, 1976) und Hofstede (1991) vermittelt. In der Art der Vermittlung wird in diesem Raum das auf der Unterscheidung zwischen „experiential/discovery“ und „expository/didactic“ Verfahren beruhende Modell von Gudykunst & Hammer (1982) mediendidaktisch umgesetzt: Der Benutzer hat einerseits die Möglichkeit zum Interview mit den verschiedenen Akteuren der gescheiterten Verhandlung, um Motive, Gedanken, Gefühle und Einschätzungen zu erschließen. Er kann sich andererseits explizite Interpretationshilfen durch eine Expertin für interkulturelle Kommunikation und Verhandlungsführung holen oder die vielfältigen Querverweise in ein umfangreiches wissenschaftliches Glossar studieren.



Bild 1

Foyer:
Ausgangspunkt des
Rundgangs in der
virtuellen Lernwelt



Bild 2

Negotiation Room:
simulierte englisch-
sprachige Geschäfts-
verhandlung

Vermittlung interkultureller Kommunikationskompetenz für die internationale Wirtschaft

Simulator

In diesem virtuellen Raum kann sich der Benutzer Informationen über effektive Verhandlungstechniken per Video, Animation und Text holen, die ihm helfen sollen, sein persönliches Repertoire an Ausdrucksmöglichkeiten in kritischen Verhandlungssituationen zu erweitern. Videosequenzen über wesentliche, in der Praxis erprobte und von Wissenschaftlern, u.a. von Rackham & Carlisle (1978), untersuchte Verhandlungstechniken stehen ihm als Anschauungsmaterial zur Verfügung. Er beobachtet, wie die Akteure die Techniken einsetzen und ist selbst spielerisch gefordert, zu entscheiden, welche der Verhandlungstechniken in welcher Verhandlungssituation eingesetzt werden sollen.

Language Lab

Im Gegensatz zu anderen Verhandlungsansätzen, zum Beispiel dem Harvard-Konzept von Fisher & Ury (1981) und der Arbeit von Kennedy (1980, 1993), die in der angelsächsischen Wirtschaftspraxis durchaus eine breitere Akzeptanz gefunden haben, lassen sich die von Rackham & Carlisle untersuchten Verhandlungstechniken leicht versprachlichen. Der Benutzer kann im Sprachlabor die Sprache der im Simulator vorgestellten Techniken einüben: er schult das Hörverständnis und trainiert die Aussprache durch eine interaktive Sprachaufnahme und Wiedergabefunktion mit der Möglichkeit, seine eigene Aufnahme der englischen Verhandlungsphrasen mit der Version einer englischen Muttersprachlerin zu vergleichen.

Assessment Centre

Im virtuellen Testraum kann der Lerner feststellen, ob er die wesentlichen Inhalte der von ihm ausgewählten Kompetenzbereiche aufgenommen und zu seiner Zufriedenheit verarbeitet hat. Sprachliche Fertigkeiten sowie sein Know-how bezüglich Wirtschafts- und interkultureller Kommunikation schickt er hier auf den Prüfstand. Außerdem erhält er Feedback über seine Leistung in Form von Empfehlungen zum vertiefenden Selbststudium mit der CD-ROM und durch Querverweise ins wissenschaftliche Glossar.

Library

Die virtuelle Bibliothek enthält ein wissenschaftliches Glossar in Hypertext-Form zum Thema interkulturelle Kommunikation und Verhandlungsführung mit ca. 90 Einträgen nicht nur zur in der CD-ROM verwendeten Terminologie. So gibt es darüber hinaus zum Beispiel im Bereich Verhandeln umfangreiche Informationen über die Einsichten von Fisher & Ury (1981) und Kennedy (1980, 1993) und im Bereich Interkulturelle Wirtschafts- und Manage-

mentkommunikation Einträge über die Arbeiten von Mole (1990) und Trompenaars (1993). Der Lerner kann entweder hier mit Hilfe eines Schlagwortregisters im Glossar stöbern oder es aus anderen Räumen heraus direkt aufrufen. Ihm steht ferner eine Bibliographie mit einschlägiger Literatur zu allen drei Kompetenzbereichen zur Verfügung: mehr als fünfzig Titel – wissenschaftliche Arbeiten und Lehrwerke aber auch Handbücher und Ratgeber für Geschäftsleute – wurden aufgenommen, davon ungefähr die Hälfte mit Inhaltsangabe, einer Einschätzung des Nutzens für den Lerner und einigen wertenden Bemerkungen. Auch von hier aus kann man über „links“ ins Glossar gelangen

Sprachen der CD-ROM

Die Selbstlernsoftware „Das Delta Konzept“ verwendet durchgängig Englisch als Verkehrssprache der internationalen Wirtschaft und ist insofern auch ein Sprachlernprogramm. Alle Audio- und Videotexte sowie alle Bedienungshinweise sind wahlweise in deutscher oder englischer Sprache abrufbar.



Bild 3

Language Lab:
Vergleich selbstaufgezeichneter Verhandlungsphrasen mit denen einer englischen Muttersprachlerin

Vermittlung interkultureller Kommunikationskompetenz für die internationale Wirtschaft

Zielgruppe

Als flexible Alternative oder Ergänzung zum interkulturellen Trainer wird „Das Delta Konzept auf CD-ROM“ eingesetzt in den Aus- und Weiterbildungsabteilungen großer, weltweit operierenden Unternehmen aber auch in kleinen und mittelständischen Firmen, die sich konventionelles, interkulturelles Training aus Zeit- oder Kostengründen nicht leisten wollen, sowie an Universitäten und Fachhochschulen. Die Entwicklung von Versionen für dänische, finnische, griechische und spanische Benutzer wird zur Zeit im Rahmen eines E.U.-Leonardo-Projektes abgeschlossen.

Virtuelle Unterstützung und Ergänzung

Selbstlerner arbeiten zu Hause, im Büro oder im universitären oder betrieblichen Selbstlernzentrum allein – ohne Dozent und ohne die didaktisch förderlichen sozialen und kommunikativen Möglichkeiten des konventionellen Präsenzunterrichts. Die Erfahrung mit allen Formen von Fern- oder Selbstlernen zeigt, daß diese Defizite häufig zu Lernproblemen führen – Verständnisschwierig-

keiten, abnehmende Motivation, Frustration, der Abbruch des Lernprozesses sind die Konsequenzen. Um diese Probleme verringern, wird im Internet ein Delta Concept CD-ROM Users' Centre eingerichtet, das zum virtuellen Gedankenaustausch mit anderen Benutzern und mit dem Autor dienen soll. Die Bildung von virtuellen Gruppen zur Steuerung und Begleitung des CD-ROM-basierten Selbstlernprozesses ist auch geplant. Seit dem 15. Mai 2000 steht das Users' Centre in der Delta Intercultural Academy³⁾ unter www.dialogin.com zur Verfügung.

Online-Kurse

Als nächste Schritte des Delta-Projektes sind die Entwicklung und Implementierung von Online-Kursen zur länderspezifischen Vorbereitung von Geschäftsleuten auf das Verhandeln in Deutschland, Großbritannien und Spanien, die als Angebot der Delta Intercultural Academy in einer sog. „training sub-community“ auch auf der www.dialogin.com-Plattform platziert werden. Diese Entwicklung geschieht im Rahmen eines vom Leonardo-Programm der E.U. geförderten Projektes.

Mehr Informationen über die CD-ROM „Das Delta Konzept“ von Peter Franklin, Martin Pfaff und Wolfgang Reichelt finden Sie unter www.DELTA-Konzept.de und über die Delta Intercultural Academy in einem anderen Artikel in diesem Heft sowie unter www.dialogin.com.

Literatur:

Fisher, Roger & Ury, William (1981): Getting to Yes. London: Hutchinson.

Franklin, Peter, Pfaff, Martin & Reichelt, Wolfgang (1997): Das Delta Konzept. Ein interaktiver Workshop. CD-ROM. Frankfurt: Campus.

Franklin, Peter & Renner, Jörg (1993): Survey of Intercultural Business Communication. Unpublished MS.

Gudykunst, William B. & Hammer, Mitchell R. (1982): Basic training design: Approaches to intercultural training. In: Landis, Dan & Brislin, Richard W. (eds) (1982): 118-154.

Hall, Edward T. (1959): The silent language. New York: Doubleday.

Hall, Edward T. (1966): The hidden dimension. New York: Doubleday.

Hall, Edward T. (1976): Beyond culture. New York: Doubleday.

Hofstede, Geert (1991): Cultures and organisations: Software of the mind. London: McGraw-Hill.

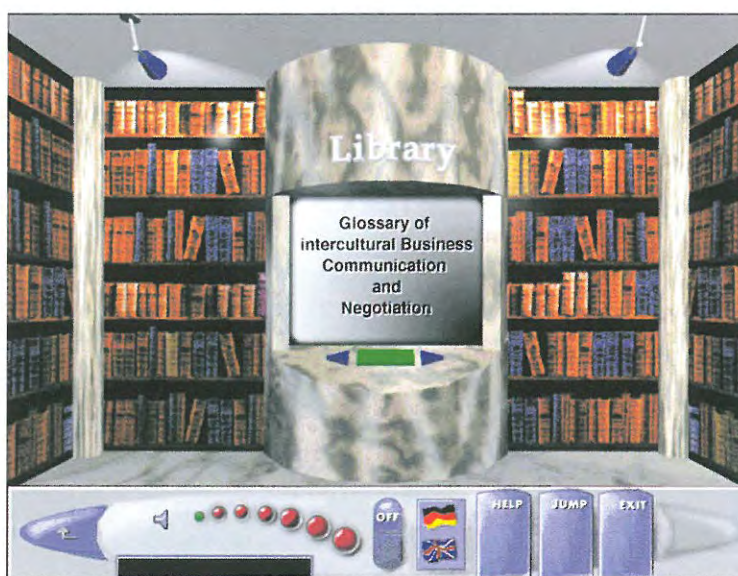


Bild 4

Library:
Virtuelle Bibliothek
mit wissenschaftlichem
Glossar

Vermittlung interkultureller Kommunikationskompetenz für die internationale Wirtschaft

Kennedy, Gavin, Benson, John & McMillan, John (1980):
Managing Negotiations.
London: Hutchinson.

Kennedy, Gavin (1993):
The Economist Pocket Negotiator.
Oxford: Blackwell & Economist Publications.

Landis, Dan & Brislin, Richard W. (eds) (1982):
Handbook of Intercultural Training:
Vols. 1

New York: Pergamon.

Mole, John (1990):
Mind Your Manners.
London: The Industrial Society.

Rackham, Neil & Carlisle, John (1978):
The Effective Negotiator – Part I.
The behaviour of successful negotiators.
Journal of European Industrial Training, 2(6): 6-11.

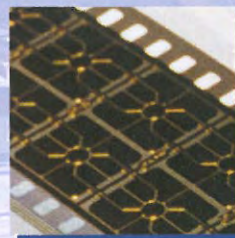
Rackham, Neil & Carlisle, John (1978):
The Effective Negotiator – Part II.
Planning for negotiations.
Journal of European Industrial Training, 2(7): 2-5.

Trompenaars, Fons (1993):
Riding the Waves of Culture.
London: Nicholas Brealey.

- 1) Dieser Artikel ist eine leicht abgeänderte Fassung eines Berichtes, der bereits in der Zeitschrift „Fremdsprachen und Hochschulen“ 2000 erschienen ist.
- 2) Mehr Informationen über die Selbstlernsoftware „Das Delta Konzept“ von Peter Franklin, Martin Pfaff und Wolfgang Reichelt finden Sie unter www.DELTA-Konzept.de
- 3) www.dialogin.com The Delta Intercultural Academy ist eine „knowledge and learning community“ für Wissenschaftler, Trainer, Praktiker und Studierende im Auslandspraktikum zum Thema „Interkulturelle Wirtschafts- und Managementkommunikation“, die von der selben Projektgruppe entwickelt und betrieben wird. Die Entwicklung von www.dialogin.com wird von der Fachhochschule Konstanz, der Gesellschaft für Informations-technologie und Pädagogik am IMBSE e.V., Moers, und der Europäischen Kommission finanziert.

AUTOMATION NACH MASS

Sie suchen eine individuelle,
schlüsselfertige Systemlösung für
Ihr neues Produkt?



Fragen Sie uns!

Ihr Technologiepartner für Konzeption und Herstellung von Automatisierungs- und Produktionssystemen für die Fertigung von Display, Datenträger & Semiconductor, Mikroelektronik und Smart Card – von der Idee bis zum Produktionshochlauf.



*The
innovative
company*

Sieghard Schiller
GmbH & Co. KG
D-72820 Sonnenbühl
Tel. +49 / 71 28 / 3 86 -0
e-mail: info@sschiller.de
www.sschiller.de

Schiller + Uhr
Sondermaschinen GmbH
D-07629 Reichenbach
www.schiller-uhr.de

Schiller
Automation Systems LLC
Sales and techn. support
USA, Canada, Mexico
Fayetteville, GA 30214

Träumen Sie ruhig von den Bahamas



Windows™ 95/98
Windows™ NT 4.x

Natürlich lieben Sie Ihren Job als Konstrukteur. Doch wer hätte nicht gern mehr Freizeit? Probieren Sie es doch mal mit **medias**® professional, unserer Produktauswahl- und Beratungssoftware auf CD-ROM. Mit dem kompletten INA-Katalogsortiment an Wälz-, Gelenk- und Gleitlagern sowie Linearführungen.

Per Piktogramm definieren Sie Ihre Konstruktionsbedingungen – z. B. Bauraumgröße, Freiheitsgrade oder Dichtung. **medias**® ermittelt dann für Sie die optimale Lagerbauweise. Die anschließende Berechnung mit anwendungsbezogenen Parametern sichert das Ergebnis ab. Und birgt jede Menge Zeitsparpotential in sich.

Doch in **medias**® steckt noch viel mehr. Zum Beispiel die integrierte INA-Schmierstoffdatenbank für Wälzlageranwender – unverzichtbar für die exakte Lebensdauerberechnung. Und mit geballtem tribologischen Fachwissen für Sie.

Wenn Sie also in Zukunft öfter mal von den Bahamas träumen wollen, dann fordern Sie **medias**® professional in der neuesten Version doch einfach bei uns an. Natürlich kostenlos. Oder Sie gehen schon mal ein bisschen surfen: Auf der INA-Homepage finden Sie unter dem Stichwort „Produkte“ das Ganze auch online.

Ihr Konstruktionspartner

INA Wälzlager Schaeffler oHG
91072 Herzogenaurach
www.ina.com



Technik kreativ

Centrum für internationale Terminologie und angewandte Linguistik

CiTAL

von Wolfgang Thomassen

CiTAL wurde am 13. April 1995 als wissenschaftliche Einrichtung der Fachhochschule Konstanz unter Zustimmung des Landes Baden-Württemberg, vertreten durch das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst, gegründet. Die Rahmenbedingungen sind in einem Kooperationsvertrag festgelegt.

Beitrag zur Lösung der Probleme bei der multilingualen Kommunikation im internationalen Welthandel.

Kooperationen im Bereich der Erforschung und Lehre von chinesischen Fachsprachen, insbesondere im Studiengang Angewandte Weltwirtschaftssprachen/Chinesisch der Fachhochschule Konstanz.



Prof. Dr. Wolfgang Thomassen
CiTAL – Centrum für internationale Terminologie und angewandte Linguistik

Aufgaben und Ziele

Zusammenarbeit von Hochschule, Industrie und Wirtschaft auf den Gebieten Terminologie und angewandte Linguistik mit derzeitigem Schwerpunkt Chinesisch. Zu diesem Zweck wurde auch der Nutzerrat ins Leben gerufen.

Intensivierung und Ausbau der Beziehungen zu den chinesischen Partnern (Staatliche Organisationen, Hochschulen und Firmen) im Austausch wissenschaftlicher, wirtschaftlicher und technischer Information und Schaffung der dafür notwendigen sprachlichen und technologischen Voraussetzungen.

Förderung der wissenschaftlichen Zusammenarbeit mit Nachwuchswissenschaftlern aus China durch Bereitstellung von Stipendien und Schaffung von Möglichkeiten zur Mitarbeit in FuE-Projekten von CiTAL und zur Bearbeitung von Master- und Doktorarbeiten.

Nutzung von Synergien aus dieser Zusammenarbeit und damit möglichst schnelle Bereitstellung von wirtschaftlich nutzbaren und an den Nutzerinteressen ausgerichteten Ergebnissen.

Projektpartner in Deutschland und China (Auszug)

Deutschland

- Deutsche Bank AG, Frankfurt
- Deutsche Telekom AG, Bonn
- IBM Deutschland Entwicklung GmbH, Böblingen
- Müller-Weingarten AG, Weingarten
- Siemens AG, München
- Volkswagen AG, Wolfsburg/Baunatal

China

- State Machine-Building Industry Bureau, Beijing
- Mechanical and Electrical Engineering Terminology Center, Beijing (MEETC/STIP)
- Encyclopedia of China Publishing House, Beijing
- Commission of Science and Technology, Shanghai
- Peking University
- Tsinghua University, Beijing
- Shanghai Jiaotong University
- Tongji University, Shanghai

Fachhochschule Konstanz
Reichenastrasse 81c
D-78467 Konstanz
Deutschland/Germany/Allemagne

Telefon: +49-(0)7531-983617
Fax: +49-(0)7531-983618
E-Mail: cital@fh-konstanz.de
Internet: <http://cital.fh-konstanz.de>

FuE-Projekte

E-Commerce Deutschland-China

Dieses Projekt wird seit Januar 2000 gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft (BMWi) und Unternehmen aus der Industrie. Projektträger des BMWi ist das GMD Forschungszentrum Informationstechnik GmbH.

**Centrum für internationale Terminologie
und angewandte Linguistik**

E-Commerce Deutschland - China



Auf Anfrage des BMWi, Mitte letzten Jahres, die Wirtschaftsaktivität in China durch Einrichtung elektronischer Märkte in China (E-Commerce/E-Business) zu verstärken, wurden sofort Fach- und Informationsgespräche mit deutschen Firmen, die seit Jahren aktive Wirtschaftsbeziehungen mit China pflegen, durchgeführt. Es waren dies: Deutsche Bank AG, Deutsche Telekom AG, IBM Deutschland Entwicklung GmbH, Siemens AG und KMU. Aus diesen Gesprächen konnte ein Vorschlagspapier zu dem geplanten Projekt „E-Commerce Deutschland-China“, vorbesprochen und abgestimmt mit dem BMWi, als Vorlage zur 10. Tagung der deutsch-chinesischen gemischten Kommission am 08. Oktober 1999 in Berlin vorgelegt werden.

Ebenfalls informiert über dieses Vorhaben wurde der für die Wirtschaftsbeziehungen zwischen Deutschland und China zuständige Gesandte-Botschaftsrat Herr Zhang Changtai. Er veranlasste für Anfang September 1999 eine Einladung zu der 1. E-Commerce Messe/Konferenz in Beijing sowie zu einem Fachgespräch der Abteilung des Ministry of Foreign Trade and Economics (MOFTEC): China International Electronic Commerce Center (CIECC), wo ein erster Austausch über den derzeitigen internationalen Stand erfolgte. An der E-Commerce

Messe/Konferenz waren keine deutschen Unternehmen beteiligt.

Ein zweites Treffen mit dem CIECC fand im Anschluss an den Bundeskanzlerbesuch Anfang November in Beijing statt. Erwähnt sei ein Informationsgespräch während des vorhergehenden Bundeskanzlerbesuchs in Shanghai, wo Herr Bundesminister Dr. Müller über das geplante Projekt E-Commerce Deutschland-China informiert wurde. Er bekundete sein großes Interesse an diesem Vorhaben.

Über das geplante Projekt wurde auch der Botschafter der Bundesrepublik Deutschland in Beijing, Herr Dr. Ueberschaer, und der Generalkonsul in Shanghai, Herr Dr. Leonberger, informiert. Beide Herren bekundeten ihre volle Unterstützung bei der Durchführung des Projektes. Weitere Gespräche wurden mit den Verbänden VDI, Bundesverband der mittelständischen Wirtschaft, sowie der Außenhandelskammer (Delegiertenbüro der Deutschen Wirtschaft) zu diesem Vorhaben geführt und Unterstützung signalisiert. Aufgrund dieser umfangreichen Vorarbeit ergaben sich folgende vier Schwerpunkte für das Projekt:

1. Es muss eine Einrichtung geschaffen werden, die für die deutschen KMU umfangreiche, aktuelle und präzise Informationen im Fach- und Wirtschaftsbereich liefert. Hierzu ist die Dienstleistung eines Service-Providers notwendig.

2. Strukturierung und Aufbereitung von chinesischen Fach- und Wirtschaftsinformationen sowie von Risikoanalysen zur Bonitätsprüfung bei Wirtschaftspartnerschaften. Hier werden umfangreiche Sprachunterstützungen sowie Suchhilfen notwendig sein.

3. Erfolgreiche Geschäftsbeziehungen setzen qualifiziertes Fachpersonal voraus, damit moderne elektronische Marktsysteme erfolgreich zum Einsatz kommen. Qualifizierungsmaßnahmen für chinesische Fachkräfte werden hierfür eine wichtige Voraussetzung sein.

4. Da die Präsentation und Information deutscher KMU in China auf der Basis elektronischer Marktbeziehungen bisher nur sporadisch erfolgte, sollte eine Kommunikations- und Präsentationsplattform aufgebaut werden. Als Einstieg soll hierzu ein deutsch-chinesischer E-Commerce Unternehmertag in einer chinesischen Wirtschaftsregion dienen.

Das gesamte Vorhaben sollte unter dem Aspekt gesehen werden, dass sich die Volksrepublik China bemüht, Mitglied der WTO zu werden, was sicher eine Öffnung des chinesischen Marktes nach sich ziehen wird. Es wird daher von größter Wichtigkeit sein, dass frühzeitig moderne Markttechnologien zum Nutzen deutscher KMU aufgebaut und verfügbar gemacht werden.

Centrum für internationale Terminologie und angewandte Linguistik

Multimediale Online-Datenbank für deutsch-chinesische Fach- und Wirtschaftsinformation

Dieses Projekt wird seit Januar 1998 gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft (BMWi). Projektträger des BMWi ist das GMD Forschungszentrum Informationstechnik GmbH.

Im Rahmen dieses Projekts wird die im Projekt „Fachterminologie für außereuropäische Sprachen - Aufbau einer deutsch-chinesischen Terminologiedatenbank“ (Förderung ebenfalls durch das BMWi Juli 1995 - Dez. 1997) Datenbank CONTERM auf öffentliche Netze gebracht und zu einer Informationsdatenbank ausgebaut.

Fachterminologie für außereuropäische Sprachen – Aufbau einer deutsch-chinesischen Terminologiedatenbank

Dieses Projekt wurde von Januar 1995 bis Dezember 1997 gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft (BMWi). Projektträger des BMWi war das GMD Forschungszentrum Informationstechnik GmbH.

In diesem Projekt wurde die Terminologiedatenbank CONTERM entworfen und mit Visual Objects realisiert. Inhaltlicher Schwerpunkt war die Beschaffung und Erstellung von über 200.000 deutsch-chinesischen und englisch-chinesischen Terminologieeinträgen (aus den Fachgebieten Maschinenbau, Elektrotechnik, Wirtschaft, etc.) und deren Import in CONTERM.

Die Online-Terminologiedatenbank CONTERM

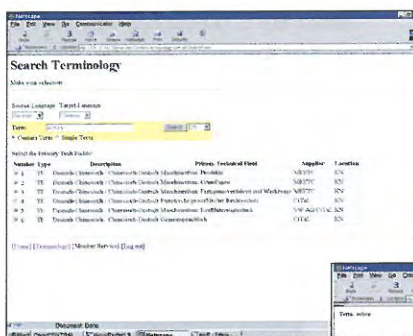


Bild 1

Terminologiesuche nach Quellen

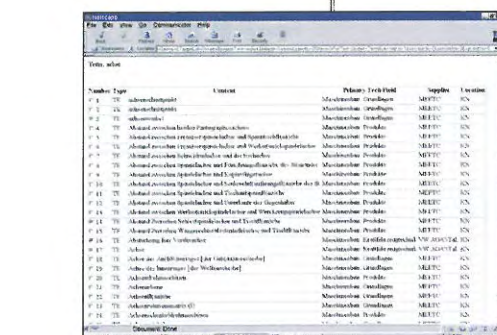


Bild 3

Ergebnisliste für Suchwort

Bild 2

Ergebnisanzeige Deutsch-Chinesisch

Einrichtung einer Server-Verbindung Shanghai-Konstanz

Dieses Projekt wird seit März 1999 unterstützt durch das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg. Auf chinesischer Seite ist ein Förderantrag bei der Kommission für Wissenschaft und Technologie Shanghai in der Bewilligungsphase.

Schwerpunkt dieses Projekts ist die Implementierung einer direkten Server-Verbindung zwischen CiTaL und der Shanghai Jiaotong University für einen schnelleren Austausch von deutsch-chinesischen Fach- und Wirtschaftsinformationen und einen schnelleren Zugriff auf diese Daten für deutsch-chinesische Unternehmen in China. Geplant sind noch weitere Server-Verbindungen zu chinesischen Partnerinstitutionen.

Bildungsplattform Global Teach Chinesisch

Dieses Projekt wird seit Oktober 1998 gefördert durch die Deutsche Telekom AG. In Zusammenarbeit mit dem Dienstleistungszentrum Weiterbildung der Deutschen Telekom AG wird von der internetfähigen Bildungsplattform Global Teach eine chinesische Version erstellt, um damit Bildungsinhalte (CBT-Materialien) aus deutschen und chinesischen Unternehmen chinesischen Nutzern über öffentliche Netze in China zur Verfügung zu stellen.

Centrum für internationale Terminologie und angewandte Linguistik


Einsatz von Sprachverarbeitungssystemen in der chinesischen Sprachausbildung

Dieses Projekt wird seit Januar 1998 gefördert durch das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg. Ziel des Projektes ist es, interaktive

Sprachverarbeitungssysteme in multimediale Lernumgebungen einzubinden und damit autonomes Trainieren der chinesischen Aussprache zu ermöglichen. Es gibt bereits Systeme für die chinesische Spracherkennung und -synthese. Jedoch steht man bei der Anwendung dieser Systeme im Gebiet des Aussprachetrainings, insbesondere was

Interaktionsmöglichkeiten und Feedback über die Korrektheit der Töne (größte Schwierigkeit für Chinesisch-Lerner) international noch ganz am Anfang.

Weitere Informationen über Projekte und Projektpartner können im Internet gefunden werden, unter <http://cital.fh-konstanz.de>



AUTECH - in touch with new technologies and sciences.

Die AUTECH GmbH ist ein international erfolgreiches Unternehmen bei der Entwicklung und Herstellung von Produktions- und Prüfsystemen mit Niederlassungen in den USA, Spanien und Liechtenstein. Im Bereich der Umsetzung von komplexen Anforderungen in effektive Automationskonzepte gehören wir weltweit zu den führenden Unternehmen!

Wir bieten:	<p>Diplomarbeiten, Praxissemester, Projektarbeit</p> <p>Für Absolventen bieten wir die Teilnahme an Trainee-Programmen mit Auslandsaufenthalt.</p>
Für die Fachbereiche:	<p>Mechatronik, Prüftechnik, Informatik, Elektrotechnik und Maschinenbau</p>

Wenn Sie Interesse haben, dann melden Sie sich jetzt bei:

AUTECH GmbH • Human Ressources/Recruiting • Stockacherstraße 30
D-78 315 Radolfzell • www.autech.de

Prozessautomation • Prüfsysteme • Robotik • Engineering

Ethik Management Systeme

Praktische Erfahrungen aus der Bauwirtschaft¹⁾ von Josef Wieland und Stephan Grüninger

Seit 1996 haben auf Initiative des Bayerischen Bauindustrieverbandes zirka 40 Mitgliedsfirmen begonnen ein bauspezifisches EthikManagementsystem (EMS) zu implementieren. Dabei hat sich der Verband an den amerikanischen Erfahrungen orientiert. Verbindliche Elemente der Werteprogramme sind

- 1.) die Etablierung von Verhaltensstandards,
- 2.) deren Integration in die Arbeitsverhältnisse der Arbeitnehmer,
- 3.) eine hochrangige öffentliche Verantwortlichkeit für die Implementierung und Umsetzung der Werteprogramme,
- 4.) die Schaffung von geeigneten Schulungsmaßnahmen und
- 5.) die Akzeptanz eines externen, unabhängigen EthikAudits.

Träger des Auditprozesses ist der hierfür eigens gegründete Verein „Ethikmanagement der Bauwirtschaft e.V.“ (EMB), der die Standards der Auditierung festgelegt hat. Hinter der Initiative steht nicht zuletzt die Absicht, mit einem solchen Programm auf die Dauer illegale und unerwünschte Praktiken bei der Vergabe und Ausführung vor allem öffentlicher Aufträge zu unterbinden. Sie stellt damit einen innovativen Versuch dar, die strafrechtliche Verfolgung von Wirtschaftskriminalität durch die eigenverantwortliche Gestaltung von präventiven Maßnahmen im Sinne einer Selbststeuerung durch die Unternehmen zu ergänzen. Dies scheint umso bedeutsamer, da unstrittig ist, dass das Straf- und Ordnungswidrigkeitenrecht die strukturellen Ursachen für die aufgetretenen Rechtsbrüche nicht beseitigen kann.²⁾

Das EMS der Bayerischen Bauwirtschaft hat daher bereits eine große politische³⁾ und öffentliche⁴⁾ Beachtung gefunden.

Bevor wir auf die Ergebnisse der Studie zu sprechen kommen, wollen wir die Elemente des EthikManagementsystems der Bauwirtschaft noch etwas näher erläutern.⁵⁾ Den systematischen Kern dieser Branchenvereinbarung bilden dabei die folgenden verpflichtenden Bestandteile der Werteprogramme, die die Mitgliedunternehmen des EMB innerhalb eines Jahres nach Eintritt in den Verein implementiert und umgesetzt haben müssen.

Die **Verhaltensstandards** (1.) stellen verbindliche Willens- und Zielerklärungen dar und legen fest, von welchen Werten ein Unternehmen sich leiten lässt. Sie sind gleichsam als Standards zu verstehen, die die Grundlage für ein faires und integriertes Kooperationsmanagement mit öffentlichen und privaten Auftraggebern, Lieferanten, Mitarbeitern und anderen Bezugsgruppen bilden. Dabei sind Rechtstreue, die Ablehnung illegaler Beschäftigungspraktiken und die Erwartung der Durchführung von Werteprogrammen bei Geschäftspartnern (z.B. Subunternehmer) als Muss-Kriterien in den Werteprogrammen explizit zu beschreiben.

Ein wesentliches Mittel zur praktischen Umsetzung der Verhaltensstandards im Geschäftsalltag ist deren **Integration in die Arbeitsverhältnisse** der Mitarbeiter (2.).

Das heisst konkret, dass die Festlegung eines Unternehmens auf bestimmte Verhaltensstandards den



Prof. Dr. Josef Wieland hat Wirtschaftswissenschaften und Philosophie studiert, war Leiter der Forschungsstelle Wirtschaftsethik an der Universität Münster und wurde 1995 auf eine Professur für Betriebswirtschaftslehre mit Schwerpunkt Wirtschafts- und Unternehmensethik an die Fachhochschule Konstanz berufen. Er ist 2. Vorsitzender und Hauptgeschäftsführer des Deutschen Netzwerkes Wirtschaftsethik (DNWE); Direktor des Konstanz Institut für Werte-Management (KieM) und Direktor des Zentrum für Wirtschaftsethik (ZfW) des DNWE. Die Forschungs- und Arbeitsschwerpunkte sind international vergleichende Forschung (Deutschland/USA/Russland) zur Entwicklung von Systemen des Werte-Managements in Unternehmenskulturen sowie organisatorische Möglichkeiten der praktischen Implementierung und Entwicklung von Werte-Management in der Unternehmenskommunikation und im Integritäts-Management.

Mitarbeitern gegenüber kommuniziert werden muss, dass die Konsequenzen der Standards für alle relevanten Mitarbeiter einen Niederschlag in deren Arbeitsanweisung finden und/oder ein entsprechender Passus in deren Arbeitsverträge aufgenommen werden muss. Damit soll unmissverständlich klargestellt werden, dass die Einhaltung der Regeln aus dem EMS und der Werte des Unternehmens aus dem Werteprogramm einzuhalten sind, und dass abweichendes Verhalten weder geduldet noch stillschweigend erwartet wird.

Ethik Management Systeme – Praktische Erfahrungen aus der Bauwirtschaft¹⁾

Eine hochrangige **personelle Verantwortlichkeit** (3.) ist aus zweierlei Gründen notwendig. Erstens geht es darum, der Einführung, Umsetzung und Weiterentwicklung der Werteprogramme die nötige Aufmerksamkeit in einer Organisation zu verleihen. Zum anderen ist es zwingend erforderlich, dass in ethischen Konfliktsituationen die Geschäftsleitung die zu treffenden Entscheidungen – unter Offenlegung von Gründen – herbeiführt. Letzteres schafft Handlungssicherheit bei den Mitarbeitern und verhindert gleichzeitig, dass moralische „Grauzonen“ Gegenstand von Ökonomisierungsstrategien werden können. Das heisst, nicht mehr nur die Vorgabe und Überprüfung von vereinbarten Zielen ist Gegenstand der Führungsaufgabe (Management by Objectives), sondern auch die Klarstellung, dass die Zielerreichung nur durch ein definiertes Set von Mitteln erlaubt ist (Management of Means). Die Informationspflicht der Mitarbeiter in konfliktreichen Entscheidungssituationen verhindert damit, dass Mitarbeiter illegale Handlungen vornehmen, weil sie davon ausgehen, dass genau das von ihnen erwartet wird – ohne dass es seitens der Geschäftsleitung oder anderer Vorgesetzter je explizit gefordert worden wäre. Auch die Integrität der Mitglieder der Geschäftsleitung, wird durch diesen Mechanismus gegenüber den Mitarbeitern transparent. Mithin hat die Geschäftsleitung die Möglichkeit und Verpflichtung, die ihr zugeordnete Vorbildfunktion aktiv wahrzunehmen.

Zur ethischen Sensibilisierung und Aneignung von Entscheidungskompetenz in moralischen Konfliktsituationen müssen verantwortungs- und aufgabenspezifische **Schulungen und Trainingsmaßnahmen** (4.) für Mitarbeiter etabliert werden. Dazu sollen, neben der Vermittlung allgemeiner Grundkenntnisse auf dem Gebiet der Wirtschafts- und Unternehmensethik, insbesondere Fallbeispiele aus dem Geschäftsalltag herangezogen werden, anhand derer die praktischen Konsequenzen aus den Verhaltensstandards für die Mitarbeiter transparent gemacht werden können. Die Entwicklung sogenannter „rules of thumb“ kann dabei ein Ergebnis solcher Schulungs- und Trainingsmaßnahmen sein, die als grobe Richtschnur für das Verhalten der Mitarbeiter in moralischen Konfliktsituationen gelten können.

Schließlich die **interne und externe Informationsoffenheit** (5.), die die Ernsthaftigkeit und die Vertrauenswürdigkeit der Werteprogramme unterstreichen und fördern soll. Elemente der internen Kommunikation können regelmäßige Diskussionen mit den Mitarbeitern, der Aufbau interner Reportingsysteme, themenzentrierte Veröffentlichungen in Betriebszeitschriften und so weiter sein. Verpflichtend ist die Akzeptanz eines unabhängigen externen Ethik-Audits, bei dem die Einrichtung und Durchführung der Werteprogramme überprüft und gegebenenfalls bestätigt wird. Dieses Verfahren wird erstmals durchgeführt, nachdem

eine Unternehmung ein Werteprogramm nach den Richtlinien des EMB aufgelegt und dies beim Verein angezeigt hat (Zertifizierungsaudit). Nach Ablauf eines Jahres wird das Auditverfahren wiederholt (Wiederholungsaudit), und im weiteren Verlauf werden die Programme in einem Turnus von drei Jahren überprüft (Überprüfungsaudits).

Damit sind wir bei der Frage der externen Verifizierung von Werteprogrammen angelangt. Am Konstanz Institut für WerteManagement haben wir ein Auditverfahren entwickelt, das in einem zweistufigen Prozess ermittelt, ob und wie Unternehmen korporative Ethikprogramme umgesetzt haben. Dieses Ethik-Audit besteht aus einem „dokumentarischen Teil“ und einem „validierenden Teil“. Ersterer wird entlang eines Fragebogens durchgeführt, den die Unternehmen bereits vor dem Audittermin dem Auditor ausgefüllt zur Verfügung stellen. Dieser Fragebogen ist so konstruiert, dass die Antworten erste Anhaltspunkte darüber vermitteln, in welcher Weise ein Unternehmen die einzelnen verpflichtenden Bausteine des Ethik-ManagementSystems in seinem Werteprogramm realisiert hat.

Die Fragen beziehen sich dabei beispielsweise auf spezifische Bestimmungen im Hinblick auf die einzelnen Kooperationspartner (öffentliche und private Auftraggeber, Mitarbeiter, Lieferanten z.B.), auf Kontroll- und Berichtssysteme, Compliancekomponenten, Anreizsysteme, Trainingsmaßnahmen sowie über Kanäle und Medien zur internen und externen Kommunikation der Werteprogramme. Beim Audittermin vor Ort wird dann zunächst überprüft, ob die gemachten Angaben im Fragebogen zutreffend sind. Dazu müssen einschlägige Dokumente wie das schriftlich festgelegte Werteprogramm mit den Verhaltens-

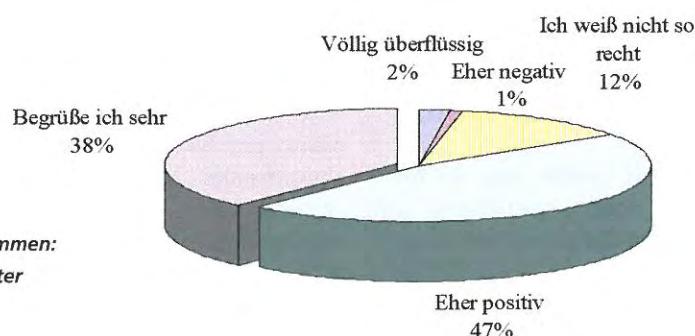


Bild 1

Existenz von Werteprogrammen:
Bewertung durch Mitarbeiter

Ethik Management Systeme – Praktische Erfahrungen aus der Bauwirtschaft¹⁾

standards, interne Arbeitsanweisungen, Fortbildungsprogramme, Tagesordnungen zu Geschäftsleitungssitzungen, Protokolle zu themenbezogenen Entscheidungen, Materialien der Öffentlichkeitsarbeit und so weiter vorgelegt werden. Der dokumentarische Teil des EthikAudits dient demnach der Verifizierung im Hinblick auf die Einrichtung eines Werteprogramms. Der validierende Teil des EthikAudits dient demgegenüber dazu, einen Eindruck über die Umsetzung des Werteprogramms im Geschäftsalltag zu gewinnen. Dazu werden Interviews mit der Geschäftsleitung, mit leitenden Angestellten, mit Mitarbeitern in „moralisch sensiblen“ Unternehmensbereichen (Auftragsakquisition, Kalkulation, Einkauf, Bauleitung z.B.) und mit zufällig ausgewählten Mitarbeitern geführt. In einem Abschlussgespräch werden schließlich die Ergebnisse des Ethik Audits mit der Geschäftsleitung besprochen und Vorschläge zur Weiterentwicklung des betriebsspezifischen Werteprogramms erörtert. Wir wollen nun im folgenden einige Ergebnisse einer im letzten Jahr abgeschlossenen empirischen Untersuchung über die bisherigen Erfahrungen mit den Werteprogrammen in Unternehmen des EMB vorstellen. Die Studie bezieht sich auf ein Sample von 10 Unternehmen (mit insgesamt 15 Betrieben), in denen wir 97 Mitarbeiter und 20 für das betriebliche Werteprogramm Verantwortliche, im weiteren „Ethikverantwortliche“ genannt (i.d.R. Mitglieder der Geschäftsleitung), befragt haben.

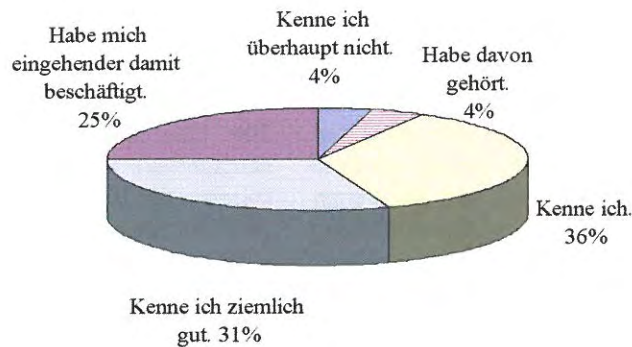


Bild 2

*Bekanntheitsgrad
der Werteprogramme
bei den Mitarbeitern*

Die Untersuchung erfolgte in einem Zeitraum von zehn Monaten (zwischen 06/1998 und 03/1999) bei Unternehmen, die zum Zeitpunkt der Erhebung seit zirka einem Jahr nach den Standards des EMB zertifiziert waren und kurz vor der Wiederholungszertifizierung standen. Die Beschränkung auf diese 15 Betriebe verdankt sich dem Forschungsdesign der vorliegenden (Teil-)Studie: zunächst sollten nur die Betriebe untersucht werden, die bereits Erfahrungen im Umgang mit und den Konsequenzen aus korporativen Werteprogrammen gesammelt haben. Eine derzeit in Planung befindliche Studie, soll zusätzlich Aufschluss darüber geben, ob und welche Unterschiede im Hinblick auf Wertfragen in Bauunternehmungen mit Werteprogrammen (einschliesslich der Berücksichtigung unterschiedlicher „Umsetzungsstufen“) und solchen, die (noch) kein Wertemanagement betreiben, bestehen. Doch zurück zur vorliegenden Studie:

Die überwiegend positiven Einschätzungen der befragten Mitarbeiter im Hinblick auf die Existenz von korporativen Werteprogrammen in ihren Unternehmen (vgl. Bild 1) können

auf die Eigenschaft solcher Programme zurückgeführt werden, Handlungsfähigkeit und Erwartungssicherheit bei den Akteuren herzustellen.⁶ Das heisst, Werteprogramme stellen für die Mitarbeiter nicht nur klar, welche Handlungen und Handlungsweisen im Namen einer Unternehmung erlaubt sind und welche nicht (Handlungsfähigkeit), sondern transportieren damit auch – über ihre Einbettung in die Governancestrukturen der Organisation (z.B. Commitment der Geschäftsleitung, Anreize) – die Nachricht, dass die Einhaltung der Verhaltensstandards auch tatsächlich ernst gemeint ist (Erwartungssicherheit). Diese scheinbare semantische Doppelung ein und desselben Sachverhalts entpuppt sich bei näherer Betrachtung als durchaus notwendige Unterscheidung. Aus den vielen qualitativen Interviews mit Mitarbeitern aus den untersuchten und anderen Unternehmen, die Werteprogramme etabliert haben, wissen wir, dass die angesprochene Differenz exakt zwischen der bloßen Formulierung von Verhaltensstandards und ihrer glaubwürdigen internen Kommunikation verläuft.

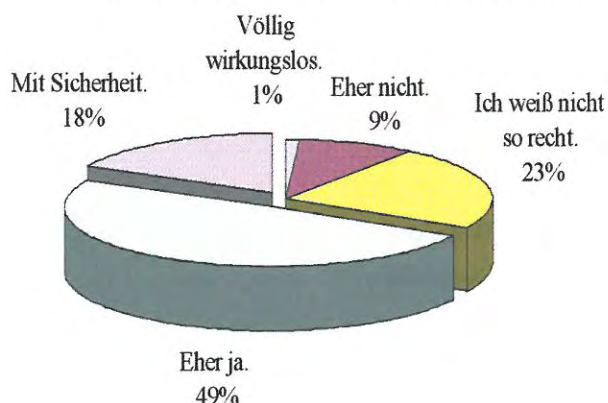


Bild 3

*Wirkung von Werteprogrammen:
Einschätzungen von Mitarbeitern*

⁶ Wieland 1999, 68f.

Ethik Management Systeme – Praktische Erfahrungen aus der Bauwirtschaft¹⁾

Die große Zustimmung der Mitarbeiter für die Etablierung und Durchführung der Wertprogramme (vgl. Bild 1), lässt sich demnach auch darauf zurückführen, dass die Programme bei einer deutlichen Mehrheit der Mitarbeiter bekannt sind (vgl. Bild 2) und den Wertprogrammen auch tatsächlich eine Problemlösungskompetenz (die Herstellung / Unterstützung von Rechtstreue und fairen Geschäftspraktiken) zugetraut wird (vgl. Bild 3). Ein weiteres Ergebnis der Unternehmensbefragung fokussiert die Gründe zur Einführung beziehungsweise Durchführung von Wertprogrammen zu unterschiedlichen Zeitpunkten.

Während zum Zeitpunkt der Einführung der Programme die „Verbesserung der Unternehmenskultur“ ihre Spitzenposition mit dem Motiv der „Aufrechterhaltung der Reputation der Unternehmen“ teilt und die „Einhaltung von Gesetzen“ sowie die „Verhinderung neuer staatlicher Regulierungen“ noch bedeutende Rollen spielen (vgl. Bild 4), ist der eindeutig wichtigste Grund für die Durchführung der Programme nach zirka einem Jahr nach der Implementierung, die „Verbesserung der Unternehmenskultur“ (vgl. Bild 5). Diese Aussage stützt unsere Erfahrungen aus qualitativen Interviews im Rahmen der oben beschriebenen EthikAudits, dass die interne (und externe) Kommunikation unternehmensethischer Programme über kurz oder lang

immer zu Fragen der Identität eines kollektiven Akteurs und seinen Zielen führt. Der Vorschlag einer ordnungspolitisch orientierten Unternehmensethik⁷, die insbesondere auf die Notwendigkeit der Wettbewerbsneutralität moralischer Ansprüche an die Geschäftspolitik von Unternehmen aufmerksam macht, wird in der vorliegenden Untersuchung durch die Ergebnisse der Befragung im Hinblick auf mögliche Gründe, die die Umsetzung der Wertprogramme behindern können, bestätigt („Auftraggeber akzeptieren Standards nicht“, „nicht alle Wettbewerber machen mit“, „härter werdender Wettbewerb“; vgl. Bild 6). Allerdings wird die sicherlich nicht zu unterschätzende Schwierigkeit, dass nur ein Teil der Bauindustrieunternehmen sich dem ethischen Branchenstandard angeschlossen hat, durch

die Antwort auf die Frage, ob die Wertprogramme zum Verlust von Aufträgen führen, relativiert (vgl. Bild 7). Denn hier ist eine deutliche Mehrheit der Befragten der Ansicht, dass dies „vielleicht“ der Fall sein könne. Das heisst, hier wird die These der governanceethischen Konzeption der Unternehmensethik bestätigt, dass es einen determinierten Zusammenhang zwischen moralischem Wohlverhalten eines kollektiven Akteurs und dessen ökonomischem Erfolg oder Misserfolg nicht gibt.⁸ Moral ist weder ökonomistisch verengten Strategien zugänglich, noch führt sie zwangsläufig zum Ausscheiden eines Unternehmens aus dem Markt. Die in der Governanceethik enthaltenen Prämissen, systematisch von Unsicherheit, unvollständiger Information, der Ambiguität von Sachverhalten und

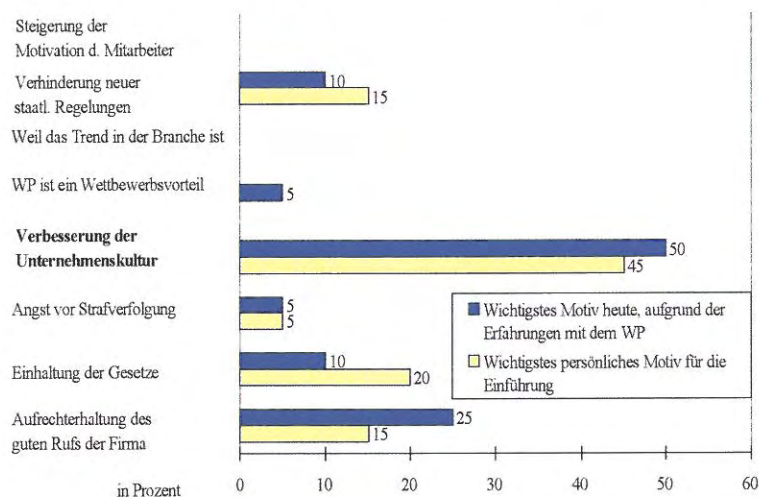
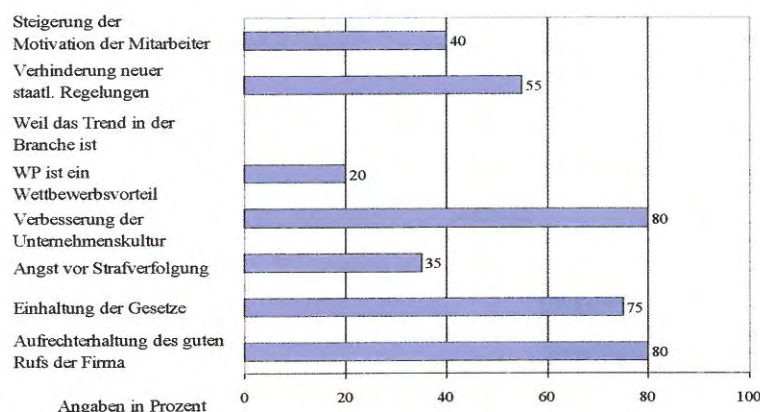


Bild 5

Wichtigste persönliche Motive für die Einführung von Wertprogrammen und wichtigste Gründe für die Durchführung der Wertprogramme

Bild 4

Motivation für die Einführung der Wertprogramme: Einschätzungen der „Ethikverantwortlichen“



Ethik Management Systeme – Praktische Erfahrungen aus der Bauwirtschaft¹⁾

von Kontingenz auszugehen, führen daher zu der sowohl theoretisch gehaltvolleren als auch praxistauglicheren Aussage, dass Moral als Ressource in den Organisationen der Wirtschaft relevante Konsequenzen für die Governance von Transaktionen und damit für das Set möglicher Kooperationschancen hat. Aus Gesprächen mit Geschäftsführern der Unternehmen des EMB wissen wir mittlerweile, dass die Durchführung der Wertprogramme in der Tat zu Auftragsverlusten in einigen Bereichen geführt haben, dass aber auch Aufträge akquiriert werden konnten, die ohne ein Wertprogramm nicht zu gewinnen gewesen wären. Das heisst, Wertprogramme strukturieren möglicherweise das Kundenpotential eines Unternehmens neu, weil das Unternehmen selbst die Bedingungen definiert, zu denen es Geschäfte abwickeln möchte. Leistungswettbewerb zu definierten Bedingungen (keine Absprachen, keine Bestechung) führt dann auch wieder zu einer größeren Unabhängigkeit des Unternehmens in seinen Entscheidungen (vgl. Bild 7). In diesen Zusammenhang gehört auch die in der vorliegenden Studie bestätigte Einsicht, dass neben marktinduzierten Gründen gerade auch „hausgemachte“, das heisst organisationale Gründe für die Verletzung moralischer Standards „verantwortlich“ sind (vgl. Bild 8).⁹ Insbesondere die Aufdeckung von unterschiedlichen Wahrnehmungen zwischen Mitarbeitern und dem Management im Hinblick auf solche „Fehlerquellen“ (in unserer Studie z.B. „Standards nicht genau festgelegt“, „Zeitdruck“, „Karriere hat Vorrang“), kann als Ausgangspunkt zu organisatorischen Maßnahmen (Einführung / Anpassung von Anreizsystemen, Schulungen z.B.) genutzt werden, um unmoralische Verhaltensweisen einzudämmen. Die Unternehmensbefragung stützt ebenfalls unsere Vorstellung, dass unter-

Weil die Auftraggeber die eigenen Standards nicht akzeptieren
Weil nicht alle Wettbewerber mitmachen.
Schwierigkeiten, gute Absichten in konkrete Taten umzusetzen.
Härter werdender Wettbewerb.
Angst vor "Ethik-Bürokratie".
Geht im Alltagsgeschäft unter.

Angaben in Prozent

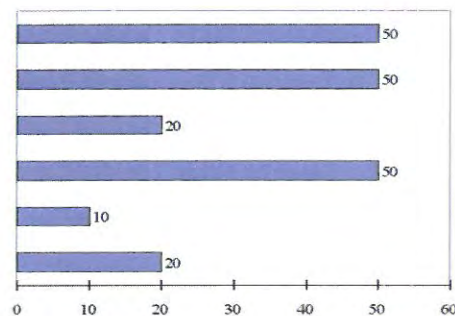


Bild 6

Hinderungsgründe für die Umsetzung der Wertprogramme: Einschätzungen der „Ethikverantwortlichen“

„unterstützt die Unabhängigkeit von Unternehmensentscheidungen“
„trägt zum Abbau von Sparten- und Abteilungsdenken bei“
„kann zum Verlust von Aufträgen führen“
„unterstützt ein effizientes Kostenmanagement“

in Prozent

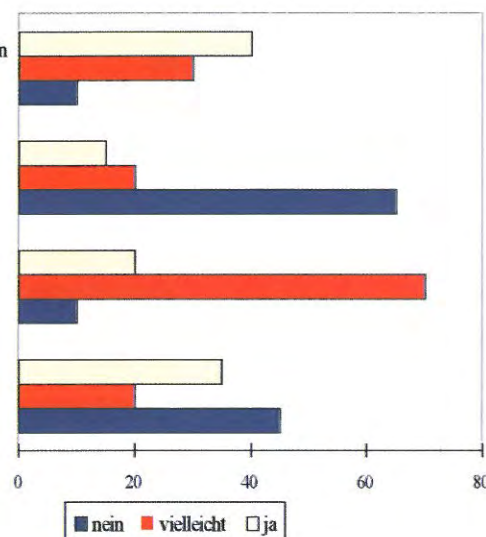


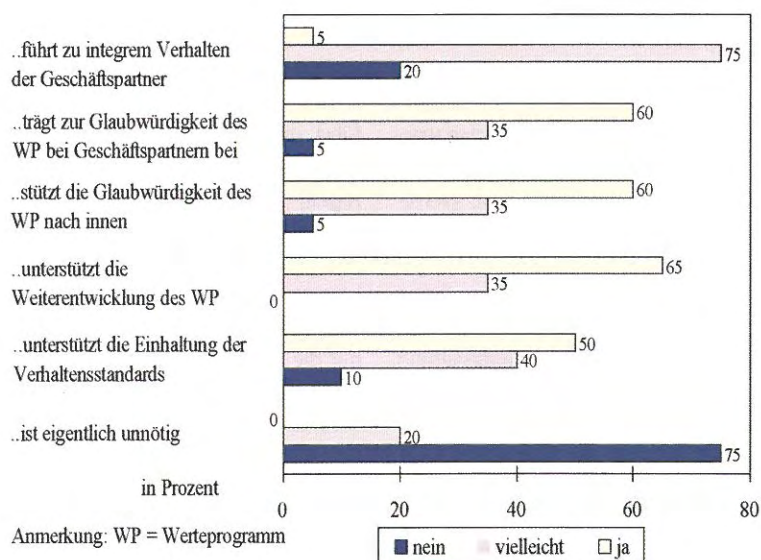
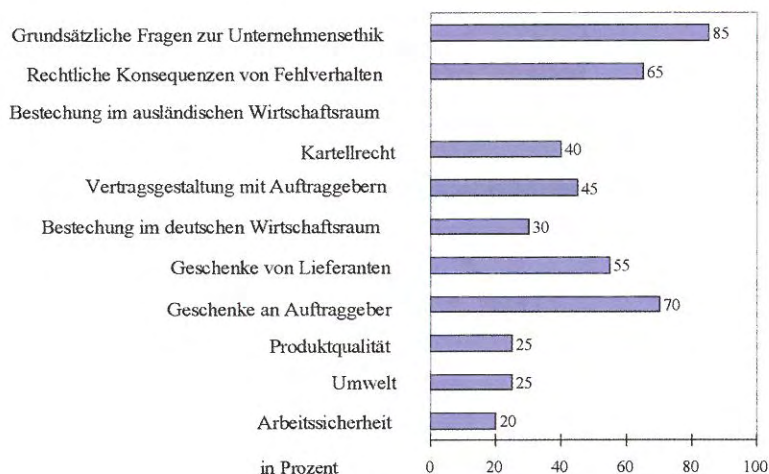
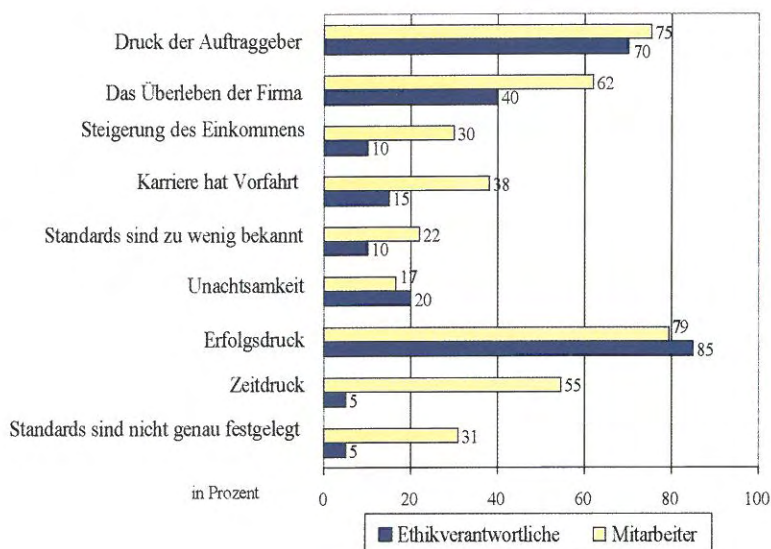
Bild 7

Einfluss der Wertprogramme auf die Leistungsfähigkeit der Unternehmen: Meinungen der „Ethikverantwortlichen“

nehmensethische Diskurse in und zwischen den Organisationen der Wirtschaft nur über eine vorgängige Instrumentierung erzeugt werden können. Die Einführung von Wertprogrammen führt demnach dazu, dass in der Organisation „grundsätzliche Fragen der Unternehmensethik“ (vgl. Bild 9) aufgeworfen werden, die dann auch beantwortet werden müssen. Das heisst, Wertprogramme sind thematisch nicht begrenzt. Gleich ob die ursprüngliche Motivation, ein Wertprogramm einzuführen, die Eindämmung von Korruption oder die Verbesserung der Reputation ist. Die Durchführung eines Wertprogramms heisst unvermeidlich auch die Aufnahme eines intensiven unternehmensinternen Diskurses über die Identität und Regeln des kollektiven Akteurs. Aus

den Unternehmen, die wir auditiert haben wissen wir beispielsweise, dass die Definition von Verhaltensregeln im interorganisationalen Bereich, das heisst hauptsächlich zwischen den Unternehmen, ihren Lieferanten, Subunternehmen und Auftraggebern, im allgemeinen dazu führt, dass die Mitarbeiter auch den status quo der internen Verhaltensregeln und Umgangsformen zur Diskussion stellen. Der regelmäßigen Durchführung von EthikAudits kommt in diesen Prozessen eine unterstützende Funktion zu. Nicht nur die Glaubwürdigkeit von Wertprogrammen nach innen und außen wird durch eine externe Verifizierung gefördert, sie trägt auch zur Fort- und Weiterentwicklung der Programme bei (vgl. Bild 10).

Ethik Management Systeme – Praktische Erfahrungen aus der Bauwirtschaft¹⁾



Ethik Management Systeme – Praktische Erfahrungen aus der Bauwirtschaft¹⁾

Literatur

Bayerischer Bauindustrieverband e.V. (1997): EthikManagement-System der Bauwirtschaft als Indiz für Zuverlässigkeit.
In: Informationsdienst des Bayerischen Bauindustrieverbandes e.V. 42. Jg., August/September 1997, München.

Ethikmanagement der Bauwirtschaft e.V. 1998: EthikManagementSystem für die Bauwirtschaft in Deutschland.
Broschüre, 3. Auflage 1998, München.

Homann, K./Blome-Drees, F. (1992): Wirtschafts- und Unternehmensethik. Göttingen.

Homann, K. (1997): Unternehmensethik und Korruption. Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, 49, S. 187-209.

Prochnow, E. (1999): Saubere Geschäfte ohne Bestechung.
In: Impulse, Unternehmermagazin, Heft Juli 1999, Hamburg.

Wieland, J. (1996): Ökonomische Organisation, Allokation und Status. Tübingen, 1996.

Wieland, J. (1999): Die Ethik der Governance. Marburg.

Wieland, J. (2000): Corporate Governance und Unternehmensethik. In: Mittelstraß, J. (Hrsg.): Die Zukunft der Wissensgesellschaft. Berlin (im Erscheinen).

Wieland, J./Grüniger, S. (2000): EthikManagementSysteme und ihre Auditierung – theoretische Einordnung und praktische Erfahrungen.
In: Wieland, J. (Hrsg.): Dezentralisierung und weltweite Kooperation – Die moralische Herausforderung der Unternehmen. Marburg, 2000.

1) Der vorliegende Text ist eine Zusammenfassung unseres Aufsatzes „EthikManagementSysteme und ihre Auditierung – theoretische Einordnung und praktische Erfahrungen“ (Wieland/Grüniger 2000).

2) Vgl. Homann 1997.

3) Vgl. dazu Bayerischer Bauindustrieverband 1997.

4) Vgl. Prochnow 1999.

5) Vgl. für das folgende auch Ethikmanagement der Bauwirtschaft e.V. 1998.

6) Wieland 1999, 68 f.

7) Vgl. Homann K./Blome-Drees, F. 1992.

8) Vgl. Wieland 2000.

9) Vgl. Wieland 1996, 1999.



Wir knacken sie.

Zusammen mit Ihnen. Als globaler Technologiepartner für Engineering-Lösungen, Produktionssysteme und die dazugehörigen Dienstleistungen setzen wir Massstäbe in der Nahrungsmittelindustrie, in der chemischen Verfahrenstechnik und

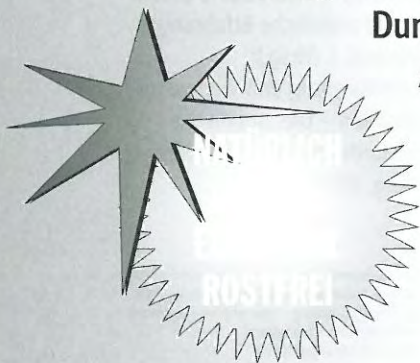
im Druckguss. Unsere gut ausgebildeten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter gewährleisten Professionalität, Verlässlichkeit und weltweit lokale Kompetenz. Kurz: Your performance in mind. Nehmen Sie uns beim Wort.

Bühler AG
CH-9240 Uzwil, Schweiz
Telefon ++41 (0) 71 955 11 11
Telefax ++41 (0) 71 955 33 79
www.buhlergroup.com

BUHLER
YOUR PERFORMANCE IN MIND

Edel sei der Stahl, hilfreich und gut.

Edel von der Eingangspforte über Raum-Skulpturen bis hin zu mannigfaltigen Treppenformen. Hilfreich von der individuellen Dunstabzugshaube über formschöne Innen- und Aussengeländer bis zu Badeleitern und -stegen.



Gut in der Form, verarbeitet mit dem Erfahrungsschatz jahrzehntelanger Praxis.

Mit unserem ausgebildeten und geschulten Fachpersonal sind wir auch Ihren Aufgaben gewachsen: Vertrauen Sie Spezialisten, wenn es um Edelstahl geht.

BACHER

**EDLES AUS EDELSTAHL
FÜR INDUSTRIE UND PRIVAT**

Mit freundlichem Gruß
Manfred Bacher

STOCKACH · TEL: 07771 - 6 10 07 · FAX 07771 - 6 10 00

KOMPETENZ IN METALL

Wir bieten ein umfangreiches Lieferprogramm mit einer gezielten Werkstoffpalette.



**ERGSTE
WESTIG**

EIN UNTERNEHMEN DER ZAPP-GRUPPE

**STAHLWERK
ERGSTE WESTIG GMBH**
POSTFACH 1720 / D-58212 SCHWERTE
LETMATHER STR. 69 / D-58239 SCHWERTE
TEL. (02304) 79-0 / FAX (02304) 79-7979
www.zapp.com

ARGESTE®

ROSTFREIE EDELSTÄHLE

ERGILOY®

SONDERWERKSTOFFE

ERGITAN®

TITAN, TITANLEGIERUNGEN

WESTIG®

C-STÄHLE, GEHÄRTET
UND UNGEHÄRTET

WESTIG®

ROSTFREIE MARTENSITISCHE
EDELSTÄHLE

DURO-BIFLEX®

BIMETALL

Deutsch als Fremdsprache

Die Forschungsgebiete „Fachsprachen“ und „Methodik und Didaktik des Fachsprachenunterrichts“ von Anneliese Fearn

Neben dem allgemeinen, kulturbезogenen Fremdspracherwerb tritt seit Mitte des 20. Jahrhunderts ein stark ausbildungs- und berufsbezogener Fremdsprachenbedarf auf, der die Vermittlung von fachspezifischen Fremdsprachenkenntnissen zum Ziel hat. Mit dieser Ausweitung der Ziele geht ein Wandel des Lehrens und Lernens von Fremd- und Fachsprachen Hand in Hand, der durch zunehmende Professionalität der Lehre und der Produktion von Lehr- und Lernmaterialien geprägt ist. Im Laufe dieser Entwicklung gewann die angewandte Forschung und Entwicklung in den Bereichen „Fachsprachen“ und „Methodik und Didaktik des Fachsprachenunterrichts“ besondere Bedeutung und die Einbeziehung entsprechender Forschungsergebnisse in die Lehre und v.a. auch in die Produktion von Lehr- und Lernmaterialien wurde zu einem Qualitätskriterium.

Hinzu kommt die Tatsache, daß Deutsch als Fremdsprache generell an Bedeutung verliert, worüber auch der Aufschwung zu Beginn der neunziger Jahre, bedingt durch die Nachfrage in den mittel- und osteuropäischen Staaten, nicht hinwegtäuschen kann. Ausnahmen bilden Fachsprachen wie die der Philosophie, evangelischen Theologie, Forstwirtschaft, Landwirtschaft etc. Die Fachsprachen der Ingenieurwissenschaften, der Betriebswirtschaft, Medizin sind nicht so sehr im wissenschaftlichen Bereich gefragt als im Bereich akademischer Ausbildung von jungen Menschen, die an einer deutschsprachigen Hochschule studieren möchten. Um die Hemmschwelle „Deutsch“ abzubauen (z.B. durch spezielle Kursangebote) und

ein erfolgreiches Studium im deutschsprachigen Raum zu gewährleisten, bedarf es maßgeschneiderter, fachsprachlicher Kursangebote.¹⁾ Ähnliches gilt für den Bereich „Wirtschaftsdeutsch“, der von einer außerordentlich unterschiedlichen Klientel – vom Top Manager (z.B. nach einer Fusion) bis hin zum Sachbearbeiter einer deutschen Tochterfirma im Ausland bestimmt wird. Ein zeitökonomisches und motivierendes Angebot kann aber nur auf der Basis eines recherchierten Curriculums und einer linguistischen Analyse gemacht werden und dieses setzt angewandte Forschung und Entwicklung voraus.

Aufgrund besonderer Konstellationen an der FH Konstanz, wie zum Beispiel das Ausländerstudienkolleg, die große Zahl ausländischer Studierender an der Hochschule und die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen den Kollegen und Kolleginnen verschiedener Fachbereiche, entstand an der Fachhochschule Konstanz ein Zentrum für die Erforschung von Fachsprachen und ihrer Vermittlung. Das damit verbundene Know-how spiegelt sich beispielhaft in der Entwicklung unterschiedlicher Projekte wider.

Die Forschungsgebiete „Fachsprachen“ und „Methodik und Didaktik des Fachsprachenunterrichts“ sind dem Schwerpunkt „Multifunktionale Kommunikation“ am IAF zugeordnet und haben ihre Ursprünge in den 80er Jahren. Auslöser war der Bedarf an fachsprachlichen Lehr- und Lernmaterialien für ausländische Studierende der Ingenieurwissenschaften, die diese gezielt und zeitökonomisch auf ein erfolgreiches Studium vorbe-



Prof. Anneliese Fearn

Das Lehrgebiet von Prof. Anneliese Fearn ist Deutsch als Fremdsprache, insbesondere Fachsprachen der Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften.

Die Forschungsgebiete sind Methodik und Didaktik des Fachsprachenunterrichts.

reiten sollten. Während die meisten „fachsprachlichen“ Lehr- und Lernmaterialien jener Zeit sich als allgemeinsprachliche Lehrwerke mit einzelnen, technisch orientierten Texten präsentierten, entschied man sich in Konstanz dafür, ein Forschungsprojekt im Vorfeld als Grundlage für die Erstellung der fachspezifischen Lehr- und Lernmaterialien zu initiieren. Das Projekt wurde vom Ministerium für Wissenschaft und Kunst Baden-Württemberg und dem Goethe Institut München finanziert und verfolgte zwei Hauptziele:

1. Die Erfassung und Systematisierung der didaktisch relevanten Merkmale der ingenieurwissenschaftlichen Fachsprachen.
2. Die Erstellung spezifischer Lernerprofile durch Erforschung der Lerngewohnheiten, der fachlichen-fachsprachlichen Probleme²⁾ und die Analyse der Lernprozesse im Unterrichtsablauf.³⁾

Die Forschungsgebiete „Fachsprachen“ und „Methodik und Didaktik des Fachsprachenunterrichts“

Auf der Basis der Forschungsergebnisse dieses Projektes wurde ein Konzept für die Produktion fachspezifischer Fremdsprachenlehrwerke entwickelt, das in die wissenschaftliche Diskussion einging und zu einer intensiven Auseinandersetzung über das Lehren und Lernen von Fachsprachen führte.⁴⁾ Die Lehrwerksreihe „Einführung in die Fachsprache der Naturwissenschaft und Technik“ (NTF) mit den Bänden Werkstoffkunde, Maschinenteile, Baustoffkunde und Elektrotechnik/Elektronik wurde über den Hueber Verlag weltweit vertrieben und soll in den nächsten Jahren im Rahmen eines weiteren Projektes für den Einsatz im Internet bearbeitet werden.⁵⁾

In einem ähnlichen Projekt angewandter Forschung wurden Ende der achtziger Jahre die didaktisch relevanten Merkmale der Fachsprache der Betriebswirtschaft erfaßt und entsprechende Lernerprofile erstellt, dabei ergaben sich neben den fachlichen und fachsprachlichen Schwierigkeiten, Probleme, die aus einer Sozialisierung in anderen Kulturen entstand. Dafür als ein kleines Beispiel der Klausurtext eines Studenten zum Thema Einliniensystem:

„Das Einliniensystem ist ein System mit einem hierarchischen Dienstweg, der von allen arbeitenden Menschen einzuhalten sind. Also jeder Arbeiter hat einen, der ihm befiehlt. Dieses System hat, wie alle anderen Dinge auf der Welt, Vor- und Nachteile. In dieser Organisation ist die Leitungsspitze überlastet, es gibt keine direkte Koordination zwischen gleichrangigen Stellen und Instanzen. Die Leitung ist nicht spezialisiert. Das sind die Nachteile des Systems. Das System hat auch Vorteile: Einheit der Auftragserteilung, klare Kommunikationswege, klare Kompetenzabgrenzung, leichte Kontrolle.“⁶⁾

Auffallend ist u.a. die erzählerische Darstellung, die sich in Ausdrücken wie „alle Menschen“, „jeder Arbeiter“, „alle anderen Dinge dieser Welt“ widerspiegelt. Diese und andere Forschungsergebnisse wurden bei der Gestaltung von vier Lehrwerken zur „Einführung in die Fachsprache der Betriebswirtschaft“ berücksichtigt.⁷⁾

Ein Projekt der neunziger Jahre widmete sich der Erforschung von Lernmaterialien zum Selbststudium; dabei wurden insbesondere Fragen der visuellen Gestaltung der Buchseiten, der Motivation durch Lernersprache, Feedback und einen besonders lernerfreundlichen Lösungsschlüssel behandelt. Die Ergebnisse dieses Projektes bieten heute eine ausbaufähige Grundlage zur Gestaltung multimedialer Lernmaterialien. Thematisch handelte es sich um die Entwicklung eines Lesekurses zum Thema „Ökologie und Umweltschutz“ für Studierende an russischen Universitäten, die über keinerlei Deutschkenntnisse verfügen, d.h. für „Nullanfänger“. Der Kurs wird zur Zeit am Goethe Institut Moskau erprobt. Die bisherigen Beobachtungen zeigen, daß die Lernschwelle zum Deutschen, die generell als hoch eingeschätzt werden muß, durch einen Anfängerkurs mit fachlichen Inhalten und dem Schwerpunkt „methodische“ Vermittlung von Sprachlernstrategien und Entschlüsselungsstrategien erfolgreich überwunden werden kann.

In der Abschlußphase befindet sich das Projekt „Esida“ = Erfolgreich studieren in Deutschland. Auf der Grundlage der jahrelangen Erfahrung mit ausländischen Studierenden in Konstanz wurden Videomaterialien zum Leben und Studieren in Deutschland erstellt, die von Büchern begleitet werden, die dem Selbststudium dienen oder im Klassenverband genutzt werden

können. Im Mittelpunkt der Konzeption stehen vier Videofilme und damit das Lernen über das Medium Video. In diesem Zusammenhang wurden spezielle Aufgabenstellungen entwickelt.

Der Film „Ein Tag an der Hochschule“ beispielsweise erlaubt es den Interessenten, sich bereits im Heimatland ein Bild zu machen von den Formen der Lehrveranstaltungen (Vorlesung, Übung, Labor, Seminar mit Referat), oder die Rollen von Lehrenden und Lernenden an deutschen Hochschulen mit denen des Heimatlandes zu vergleichen.

Das Know-how aus diesem Projekt kann z.B. für die Produktion von Videosequenzen und Sprachlernmaterialien für ausländische Hochschulabsolventen genutzt werden.⁸⁾

Ein zentraler Forschungsschwerpunkt im Bereich der Fachsprachenvermittlung ist die Erstellung adressatenspezifischer Curricula. In einem Projekt der Fachhochschule Konstanz mit dem Goethe Institut München wurde ein Curriculum für Wirtschaftsdeutschkurse entwickelt, das der Prüfung „Wirtschaftsdeutsch International“ des Goethe Instituts, des DIHT und der CDG zugrunde liegt. Zwei Jahre lang wurden die beruflichen Aktivitäten in der Fremdsprache Deutsch recherchiert, Texte und Gespräche analysiert und die dazu notwendigen Redemittel systematisiert. Aus diesen Zielaktivitäten wurden die sprachlichen, strategischen und interkulturellen Lernziele abgeleitet. Wie eine solche detaillierte Lernzielbeschreibung aussehen kann, sei am Beispiel der kulturell geprägten und damit auch belasteten Sprechhandlung „Meinungsäußerung“ verdeutlicht. Meinungsäußerung wird in unserem Kulturraum als selbstverständlich angesehen, ist aber in anderen Kulturen nur sehr bedingt, unter bestimmten Umständen akzeptabel.

Die Forschungsgebiete „Fachsprachen“ und „Methodik und Didaktik des Fachsprachenunterrichts“

Trotzdem sind folgende Lernziele als Vorbereitung für den Kontakt mit deutschen Geschäftspartnern unerlässlich: „Die Kursteilnehmer/innen wissen, daß deutsche Geschäftspartner Meinungsäußerungen erwarten und verfügen über die Redemittel, bei Bedarf ihre Meinung detailliert zu äußern bzw. die Meinungsäußerung des Gesprächspartners zu verstehen und zu bewerten.“ Das schließt folgende Fähigkeiten ein:

„Die Kursteilnehmer/innen sind in der Lage,

- Aufforderungen zur Meinungsäußerung zu verstehen und darauf zu reagieren;
- um Meinungsäußerungen zu bitten;
- Meinungsäußerungen sprachlich als unterschiedlich verbindlich zu bewerten;
- Meinungsäußerungen unterschiedlich verbindlich zu gestalten;
- eine Meinungsäußerung als Absicherung der eigenen Rede zu nutzen;
- sprachliche Elemente der Meinungsäußerung als Warnsignale bei Prognosen etc. zu verstehen.“⁹⁾

Um den unterschiedlichen Bedingungen von Wirtschaftsdeutschkursen weltweit gerecht zu werden, ist das Curriculum als Hilfe zur Selbsthilfe gestaltet, d.h. das methodische Vorgehen wird dokumentiert und die Ergebnisse so präsentiert, daß Lehrende in Kenntnis ihrer spezifischen Zielgruppe und deren beruflichem Umfeld Lernziele und Lerninhalte selbst auswählen und gewichten können.

Fachhochschulen verfügen in der Regel über keine Professuren für Pädagogik oder Methodik/Didaktik. Der Bereich Ingenieurdidaktik beispielsweise wird in der Regel als Zusatzaufgabe von einem der Pro-

fessoren oder Professorinnen übernommen. Die Fachhochschule Konstanz verfügt jedoch im Bereich Fremdsprachen aufgrund einer langfristig angelegten Strategie und zuletzt über den Aufbau des Studienganges „Angewandte Weltwirtschaftssprachen“ über Sprachprofessuren mit dem Schwerpunkt Methodik/Didaktik. Dieses erweist sich im Bereich der Lehre generell und im Bereich der Forschung zum Lehren und Lernen über neue Medien als eine einmalige Chance für interdisziplinäre Zusammenarbeit.

Dies zeigte sich beispielhaft bei der Antragstellung, Durchführung und ersten Fremdevaluation des Projektes „Verbund Virtuelles Labor“ der Fachhochschulen Aalen, Heilbronn, Konstanz, Ravensburg-Weingarten, Reutlingen und der Universität Tübingen, das vom Ministerium für Wissenschaft und Kunst im Rahmen des Programmes „Virtuelle Hochschule“ gefördert wird.¹⁰⁾ Neben sieben Teilprojekten, die es sich zum Ziel gesetzt haben, Laborübungen aus den Bereichen der Ingenieurwissenschaften und Informatik über das Internet anzubieten, stehen zwei verbundübergreifende Teilprojekte „Kommunikation“ und „Wissenschaftliche/didaktische Begleitung und Evaluation der Teilprojekte des Verbundes“, die beide an der FH Konstanz angesiedelt sind. Grundlagen der Arbeit des Teilprojektes „Wissenschaftliche/didaktische Begleitung und Evaluation“ bildet die langjährige Lehre und Forschung über die unterschiedlichen Formen und Charakteristika fachlicher Kommunikation, die Kenntnis ihrer Funktionalität mit den stilistischen Merkmalen wie Präzision, Eindeutigkeit und Ökonomie. Die Beratung der Teilprojekte orientiert sich an der Didaktik des jeweiligen Faches und an der in den Natur- und Ingenieur-

wissenschaften generell nachweisbaren Labordidaktik. So ist es möglich sowohl fachspezifische als auch fachübergreifende Komponenten zu erfassen und letztere zu einer verbundübergreifenden, mediengerechten Gestaltung der Lerneinheiten „Laborversuche“ zu nutzen. So konnte gemeinsam ein Phasenablaufmodell für die Laborversuche erarbeitet werden, das die einzelnen Lerneinheiten in Aufbau und Progression vergleichbar macht und dem Nutzer als Orientierungshilfe dient.

Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeit des Teilprojektes liegt darin einen Weg zu finden, der den medientechnischen Bedingungen gemäß so gestaltet wird, daß je nach Phase sowohl gesteuertes als auch selbstbestimmtes, verantwortungsbewußtes und autonomes Lernen stattfinden kann.

Im Einzelnen werden folgende Aufgaben im Rahmen der wissenschaftlich/didaktischen Begleitung wahrgenommen:

- Erfassung, Auswertung und verbundgerechte Darstellung von
 - curricularen Daten
 - Zielgruppen
 - Lernzielen
 - Lernvoraussetzungen
- Erarbeitung von fachübergreifenden methodischen Vorgehensweisen wie
 - Lernschrittabfolgen
 - Progression
 - Lernerfolgskontrollen
- Analyse der unterschiedlichen Textsorten der Lerneinheiten und ihre mediendidaktische
- Gestaltung (u.a. Aufgabenstellungen, Hinweise, Zusatzinformationen, Laborberichte, Lernerfolgsmeldungen)
- Überprüfung der Textsorten nach den Kriterien der Verständlichkeit:

Die Forschungsgebiete „Fachsprachen“ und „Methodik und Didaktik des Fachsprachenunterrichts“

- sprachliche Einfachheit
- Gliederung/Ordnung
- Kürze/Prägnanz
- zusätzliche Stimulanz (z.B. Abbildungen, Animationen, Simulationen, etc.)
- Erfassung der Kommunikationsbedürfnisse der Nutzer und Erarbeitung von Vorschlägen zur Gestaltung
- Entwicklung eines transferfähigen Konzepts zur Gestaltung von Lerneinheiten zu Laborversuchen im Internet und Dokumentation der Transferbedingungen.

Zusammenfassend läßt sich festhalten, daß in den Forschungsbereichen „Fachsprachen“ und „Methodik und Didaktik des Fachsprachenunterrichts“ folgende Aufgaben übernommen und entsprechende Projekte durchgeführt werden.

- Erstellung von fach-/fremdsprachenlichen Curricula für unterschiedliche Adressaten;
- Entwicklung adressatenspezifischer fachsprachlicher Lehr- und Lernmaterialien;
- Beratung und Entwicklung multimedialer Lernangebote;
- Beratung und Kursdesign auf der Basis spezifischer Lernerprofile;

In den letzten Jahren waren Institutionen wie das Goethe Institut und der Deutsche Akademische Austauschdienst und ausländische Partneruniversitäten die wichtigsten Partner für Projekte im Bereich „Fachsprachen“ und „Methodik und Didaktik des Fachsprachenunterrichts“. Fachspezifische, auf ein bestimmtes Publikum zugeschnittene Kurse werden mehr und mehr auch in der Industrie nachgefragt. Zunehmende Bedeutung gewinnen solide Lernangebote im Internet, wo auf spezifische fachsprachliche und interkulturelle Bedürfnisse eingegangen werden kann.¹¹⁾

Ebenfalls noch nicht ausgeschöpft sind die Möglichkeiten, über firmenspezifische Angebote bestehend aus Videofilmen und fremdsprachlichen Begleitmaterialien ausländische Studierende und Absolventen in Deutschkursen anzusprechen, auf den Standort Deutschland aufmerksam zu machen und vorzubereiten.

Literatur

Averbeck, G. (1999): Ein Tag an der Hochschule. Spielfilm. VHS Video, 45 min. Veröffentlichung der Fachhochschule Konstanz

Averbeck, G. (1999): Erste Eindrücke – Studierende aus aller Welt berichten. Interviewfilm. VHS Video, 45 min. Veröffentlichung der Fachhochschule Konstanz

Averbeck, G. (1999): Lehren und Lernen. – Professoren und Professorinnen berichten. Interviewfilm. VHS Video, 45 min. Veröffentlichung der Fachhochschule Konstanz

Averbeck, G. (1999): Mein erster Tag in Deutschland. Spielfilm. VHS Video, 45 min. Veröffentlichung der Fachhochschule Konstanz

Buhlmann, R./Fearn, A. (1979): Hinführung zur naturwissenschaftlich-technischen Fachsprache. Teil 1: Werkstoffkunde. München.

Buhlmann, R./Fearn, A. (1980 a): Hinführung zur naturwissenschaftlich-technischen Fachsprache. Teil 2: Maschinenbau. München.

Buhlmann, R./Fearn, A. (1980 b): Hinführung zur naturwissenschaftlich-technischen Fachsprache. Teil 3: Baustoffkunde. München.

Buhlmann, R./Fearn, A. (1981): Hinführung zur naturwissenschaftlich-technischen Fachsprache. Teil 4: Elektrotechnik mit Elektronik und Informatik. München.

Buhlmann, R./Fearn, A. (1982): Hinführung zur naturwissenschaftlich-technischen Fachsprache. Lehrerheft und Testheft. München.

Buhlmann, R./Fearn, A. (1983): Sprachprobleme ausländischer Jugendlicher an Studienkollegs der Fachhochschulen. In: Hoberg, R. (Hrsg.), Sprachprobleme ausländischer Jugendlicher. Königstein/Taunus, S. 105-140.

Buhlmann, R./Fearn, A. (1987): Handbuch des Fachsprachenunterrichts. Berlin, München.

Buhlmann, R./Fearn, A. (1988): Einführung in die Fachsprache der Betriebswirtschaft. 2 Bände, Lösungsheft. Lehrerhandreichung. München.

Buhlmann, R., Fearn, A., Leimbacher, E. (1995): Wirtschaftsdeutsch von A-Z. Langenscheidt, München, Berlin

Buhlmann, R., Fearn, A. (1996): Einführung in die Fachsprache der Betriebswirtschaft, Bd. 3: Investition und Finanzierung, Arbeitsbuch und Lösungsheft, Goethe-Institut München, 6. erweiterte Ausgabe, Gunter Narr Verlag Tübingen 2000

Fearn, A. (1987): Didaktik des Fachsprachenunterrichts. In: Les Cahiers de L'Apluit. Pédagogie et Recherche. Vol. VI, 3. Paris, S. 106-126.

Die Forschungsgebiete „Fachsprachen“ und „Methodik und Didaktik des Fachsprachenunterrichts“

Fearns, A. (1989 a):
Intensivierung studienvorbereitender Maßnahmen. In: Effizienz des Ausländerstudiums; Studien, Bildung und Wissenschaft 76, hrsg. v. BMBW. Bonn, S. 31-40.

Fearns, A. (1989 b):
Zur Konzeption fachspezifischer Deutschkurse im Hochschulbereich. In: Dokumentationen und Materialien, Beiträge der Fachtagung von Germanisten aus Ungarn und der Bundesrepublik Deutschland, hrsg. v. DAAD Bonn, S. 455-480.

Fearns, A. (1993):
Unterrichtsdokumentation Fachsprache. gekürzter Mitschnitt einer Unterrichtsfrequenz zu Buhlmann/Fearns. Einführung in die Fachsprache der Betriebswirtschaftslehre Bd. 2 / Absatzwirtschaft, [Video]. Goethe Institut, München.

Fearns, A. (1994)
Ist ein grundständiges Studium für ausländische Studierende in der Bundesrepublik Deutschland sinnvoll? In: Studienkolleg, Heft 38, Studien, Dokumente, Materialien; Lernen und Lehren VIII; Zeitschrift zur Pädagogik und Didaktik studienvorbereitender Kurse für Ausländer. Berlin, S. 9-20.

Fearns, A. (1997):
Methoden des fachbezogenen Unterrichts Deutsch als Fremdsprache. In: HSK, Handbücher zur Sprach- und Kommunikationswissenschaft, W. de Gruyter, Berlin, New-York.

Fearns, A. (1999 a):
Curricula für fach- und berufsbezogene Wirtschaftsdeutschkurse. In: Barkowski, H./Wolff, A. (Hg.): Materialien Deutsch als Fremdsprache, Heft 52, S. 240-254, Fachverband Deutsch als Fremdsprache, Regensburg.

Fearns, A. (1999 b):
Didaktik und Evaluation – Chance und Notwendigkeit interdisziplinärer Zusammenarbeit im Virtuellen Labor. In: Begleitband zum Workshop „Virtuelles Labor: Ihr Draht in die Zukunft“, Oktober 1999, S. 87-94

Fearns, A. (2000):
Fachsprachenunterricht. In: Bausch/Christ/Krumm (Hrsg.): Handbuch Fremdsprachenunterricht. Neuauflage.

Fearns, A./Rothenhäusler, R. (1999):
Leitfaden mit Hinweisen und Informationen zum Einsatz der esida-Filme, Veröffentlichung der Fachhochschule Konstanz.

Fearns, A., Wille, K. (1996):
Arbeitsbuch zur Unterrichtsdokumentation Wirtschaftsdeutsch. Goethe Institut, München.

Liang, Yong (1998):
Höflichkeit im Chinesischen. München

- 1) Fearns 1989a; 1989b; 1994
- 2) Vgl. z.B. Buhlmann, Fearns 1983
- 3) Vgl. Fearns 1993; Fearns, Wille 1996
- 4) Buhlmann, Fearns 1987; Fearns 1987; Fearns 1997
- 5) Buhlmann, Fearns 1979; 1980a/b; 1981; 1982
- 6) Buhlmann, Fearns 2000, S. 392 f.; zu interkulturellen Untersuchung vgl. auch Liang 1998, der als Professor für Methodik und Didaktik des Chinesischen ebenfalls an der Fachhochschule lehrt.
- 7) Buhlmann, Fearns 1988; Buhlmann, Fearns, Leimbacher 1995
- 8) Averbek 1999; Fearns, Rothenhäusler 1999
- 9) Fearns 1999a
- 10) Vgl. www.vvl.de; Fearns 1999b
- 11) Vgl. dazu den Beitrag von Professor Franklin in dieser Broschüre

Njoschi Weber Communications

Ein Unternehmen in der Creativ Mediengruppe Würzburg

Internet TV



78351 Bodman-Ludwigshafen • ++49 (0)172/7421533 • njoschi.weber@t-online.de

ETO MAGNETIC – gemeinsam zum Optimum



Als Hersteller von wichtigen Komponenten für die Fahrzeugtechnik, für die Industriehydraulik und Spezialbereiche des Maschinen- und Anlagenbaus nehmen wir Herausforderungen des Marktes täglich auf's Neue an.

Fahrzeugtechnik: **Sicherheit. Komfort. Wirtschaftlichkeit.**

Wenn Sie in einen Bus einsteigen, öffnen Ihnen Bauteile von ETO MAGNETIC die Türen. Und wenn Sie unterwegs sind, schätzen Sie sicher das von unseren Magneten unterstützte ABS-Bremssystem. Bei vielen Schienenfahrzeugen senken Ihnen Teile von ETO MAGNETIC die Stufen zum bequemen Einstieg ab. Ihr Auto ist möglicherweise auch mit ETO MAGNETIC Komponenten ausgestattet. So könnte es sein, dass das Getriebe bei den Schaltvorgängen von unseren Magneten unterstützt wird. Oder die Nockenwellen verstellen sich, wenn Sie Gas geben, auf Kommando von ETO Magneten. ETO MAGNETIC Teile machen Ihnen über Stoßdämpferregelungen die Fahrt angenehm. Und selbst wenn Sie einmal per Schiff durch die Weltmeere kreuzen, arbeiten vermutlich etliche Bauteile im Maschinenraum, die von ETO MAGNETIC stammen. Fast alles, was auf irgendeine Weise durch Elektromagnete und Ventile bewegt und geschaltet werden kann oder muss, ist für den Einsatz von ETO MAGNETIC Komponenten prädestiniert.

Industriehydraulik: **Flexibel. Sicher. Zuverlässig.**

Industriehydraulik ist das zweite Geschäftsfeld von ETO MAGNETIC. Wir projektieren und fertigen Magnetsysteme mit optimaler Anpassung an die Ventile unserer Kunden. Unser Angebot besteht im Kern aus einer Reihe von Grundmodellen, die durch verschiedene Ausführungen für fast alle Einsatzzwecke adaptierbar sind.

Maschinen- und Anlagenbau: **Starten & Stoppen. Regeln & Schalten.** **Öffnen & Verriegeln.**

Ein weiteres Einsatzgebiet für ETO MAGNETIC Teile ist der spezialisierte Maschinen- und Anlagenbau mit seinen vielseitigen Anforderungen.

QS 9000, VDA 6.1,
DIN EN ISO 9001
Unser Qualitätsprinzip: 0-Fehler Strategie.

ETO MAGNETIC KG
Hardtring 8
D-78333 Stockach
Telefon +49 (0) 7771 809-0
Fax +49 (0) 7771 809-100
info@etomagnetic.de
www.etomagnetic.de

ETO MAGNETIC

Mikrobiell induzierte Korrosion am Beispiel Kühlswassersystem

von Paul Gümpel, Michael Käber, Martin Eisenbeis und Rainer Kreikenbohm

Alle Werkstoffe, beispielsweise auch Glas, Keramik, Metalle und Polymere, können von Mikroorganismen angegriffen und verändert bzw. zerstört werden. Hierbei kommen als Schadensverursacher sämtliche Mikroorganismen wie z.B. Bakterien, Algen, Pilze sowie Konsortien aus diesen Organismen (Flechten) in Frage. Den Vorgang selbst bezeichnet man als „Mikrobielle Werkstoffzerstörung“ bzw. „Mikrobiell beeinflusste Korrosion (MIC)“.

Bei organischen Werkstoffen wie z.B. Holz erscheint dieser Vorgang leicht nachvollziehbar, stellt doch der Werkstoff selber eine Kohlenstoff- und Energiequelle für die Organismen dar. Schwer nachvollziehbar sind dagegen die Vorgänge bei keramischen Werkstoffen, obwohl beispielsweise die Verwitterung von Gestein sehr stark von biologischen Prozessen mit geprägt wird.

Generell werden auch metallische Oberflächen von Mikroben besiedelt. Es entsteht ein schleimiger, gelartiger Belag, der als Biofilm bezeichnet wird. Die Mikroorganismen sind dabei in eine schleimige Grundmasse aus extrazellulären polymeren Substanzen (EPS) eingebettet [1,2].

Erst in jüngster Zeit wurde mehr und mehr erkannt, dass es auch bei den Metallen sehr häufig Mikroorganismen sind, die Schäden auslösen und/oder verstärken. Es wird geschätzt, dass bei bis zu 20% aller Korrosionsschäden Mikroben mit im Spiel sind. Der hierdurch entstehende volkswirtschaftliche Schaden liegt alleine in Deutschland im Bereich von mehreren Milliarden DM [1,2].

Alleine das Auftreten dieser Biofilme führt bei vielen Anlagenteilen bereits zu wirtschaftlichen Schäden (Bild 1 und 2). Bei Wärmetauschern wird der Wärmeübergang erschwert, der Strömungswiderstand wird deutlich erhöht und bei Maschinen in der Nahrungsmittelindustrie führt ein mikrobieller Bewuchs möglicherweise dazu, dass ein Produkt mit Organismen belastet wird und/oder die Stoffwechselprodukte der Mikroorganismen das Produkt beeinflussen. Führen die in dem Biofilm aktiven Mikroorganismen noch zu einem Korrosionsangriff, so kann der wirtschaftliche Schaden immens gross werden. Interessant und wichtig ist dabei, dass Mikroorganismen keine „neue Form“ der Korrosion bewirken, sondern dass die thermodynamischen Hintergründe die gleichen sind wie bei der klassischen Korrosion; die Mikroorganismen beeinflussen nach heutigem Kenntnisstand lediglich die Kinetik des Reaktionsablaufes [1,2,3].



Prof. Dr. Paul Gümpel ist Prorektor für Forschung und Entwicklung und leitet das Institut für angewandte Forschung (IAF) an der Fachhochschule Konstanz.

Die Koautoren sind wissenschaftliche Mitarbeiter im Laboratorium für Werkstoffprüfung des Fachbereiches Maschinenbau/Konstruktion und Verfahrenstechnik.

Dr. rer. nat. Rainer Kreikenbohm bearbeitet als Biologe in diesem interdisziplinären Projekt die biologischen Hintergründe, während die beiden Maschinenbauingenieure

Dipl.-Ing. (FH) Michael Käber und **Dipl.-Ing. (FH) Martin Eisenbeis** zusammen mit dem Werkstoffkundler Prof. Dr. Paul Gümpel die korrosionschemische bzw. werkstoffkundliche Seite abdecken.

Bild 1

Perforation aufgrund eines MIC-Angriffes auf eine Rohrleitung

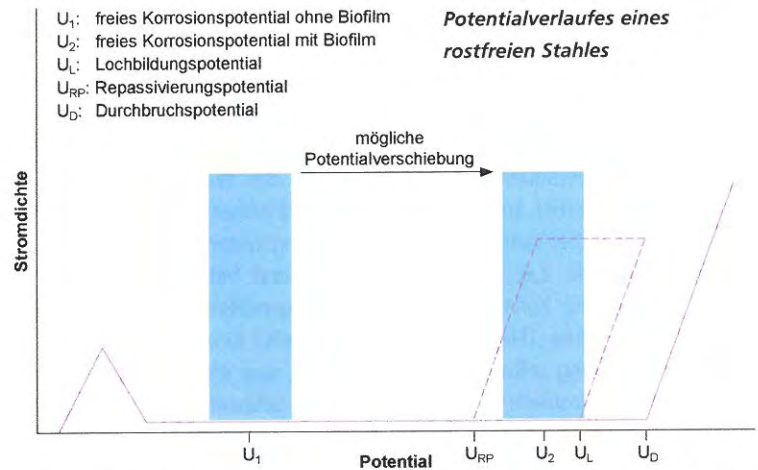
Mikrobiell induzierte Korrosion am Beispiel Kühlswassersystem

Das freie Korrosionspotential als Kenngröße für die Korrosionsgefährdung

Die hohe Korrosionsbeständigkeit der nichtrostenden Stähle basiert auf der spontanen Bildung einer Passivschicht auf der Stahloberfläche. Diese Passivschicht stellt in einem weiten Potentialbereich einen sehr effektiven Korrosionsschutz dar. Wird der Stahl anodisch polarisiert, so tritt eine Gefährdung auf. Im „klassischen“ Korrosionsbereich treten solche Gefährdungen beispielsweise durch Fremdstrombeeinflussung auf und im Labor werden solche künstlichen Polarisationsvorgänge benutzt, um die Qualität des Stahles und seiner Oberfläche für bestimmte Einsatzbedingungen zu prüfen.

Bild 3

Schematisierte und vereinfachte
Darstellung des Stromdichte-
Potentialverlaufes eines
rostfreien Stahles



Wirken keine dieser genannten äußeren Einflüsse, d.h. liegt keine künstliche Polarisation vor, so nimmt der Stahl das sogenannte freie Korrosionspotential (Ruhepotential) ein. Dieses Potential sollte im stabil passiven Bereich der Stromdichte-Potentialkurve (Bereich um U₁) liegen (Bild 3).

Im Bereich hoher Potentiale existiert für jeden nichtrostenden Stahl ein Potentialbereich, in dem der Werkstoff flächig aufgelöst wird. In diesem, dem sogenannten Transpassivbereich (Potentiale oberhalb U_D) korrodiert ein nichtrostender Stahl wie ein Baustahl, d.h., er zeigt keine Passivität.

Bereits unterhalb dieses Grenzpentials (U_D) kann ein Werkstoff selektiv an irgendwelchen Schwachstellen in der Passivschicht angegriffen und damit die Passivschicht örtlich durchbrochen werden. Der Korrosionsmechanismus, der jetzt ausgelöst wird, ist der sogenannte Lochfraß, d.h., ausgehend von einem kleinen Durchbruch in der Passivschicht breitet sich unterhalb der weitgehend intakten Oberfläche ein höhlenartiger Angriffsverlauf aus (Bilder 2-5).

Die Korrosionsgeschwindigkeit ist dabei sehr hoch, da einer großen Kathodenfläche auf der Außenhaut des Bauteiles eine kleine Anodenfläche im Loch gegenübersteht.

Die typische Ausbildung eines derartigen Lochfraßes zeigt Bild 5. Die dunklen Bereiche am oberen und unteren Bildrand zeigen die Einbettmasse, und in der Mitte ist als helle Fläche der Grundwerkstoff zu sehen. Deutlich ist die durch Lochkorrosion entstandene Aushöhlung erkennbar, die über eine mit dem Auge meist nicht sichtbare, nadelstichtartige Anfrassung mit der Werkstückoberfläche verbunden ist [4,5].



Bild 4

Innenansicht der Perforation
aufgrund eines MIC-Angriffes
auf eine Rohrleitung

Bild 2

Untersuchungsschritte
bei einem MIC-Angriff

a) Entnahme einer
Probe



b) Innenansicht
der Probe



c) Röntgenprüfung
der Probe



Mikrobiell induzierte Korrosion am Beispiel Kühlswassersystem

Wie oben beschrieben, kann das freie Korrosionspotential bei rostfreiem Stahl als Kenngröße für das Auftreten von Korrosion am Werkstoff genutzt werden. Liegt es über dem Repassivierungspotential (U_{RP}), so befindet sich der Werkstoff in einem Zustand labiler Lochkorrosionsbeständigkeit. Tritt in diesem Zustand Korrosion auf, so kann die korrodierende Stelle nicht wieder repassivieren und ein stabiler Lochfraß kann eintreten, der im allgemeinen wegen seiner hohen Korrosionsgeschwindigkeit zu einem schnellen Ausfall des Bauteils führt. Für gewöhnlich sind die Schweißnähte und die Wärmeeinflußzone mit den Anlauffarben die Stellen, an denen ein Bauteil die schlechteste Korrosionsbeständigkeit aufweist. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der Aufbau der Passivschicht durch die Anlauffarben gestört ist und damit kein ausreichender Korrosionsschutz besteht. Zusätzlich ist das beim Schweißen entstandene Gefüge nicht so homogen wie der Ausgangswerkstoff und dadurch auch nicht so korrosionsbeständig. Dies führt dazu, dass MIC bevorzugt im Bereich von Schweißnähten auftritt.

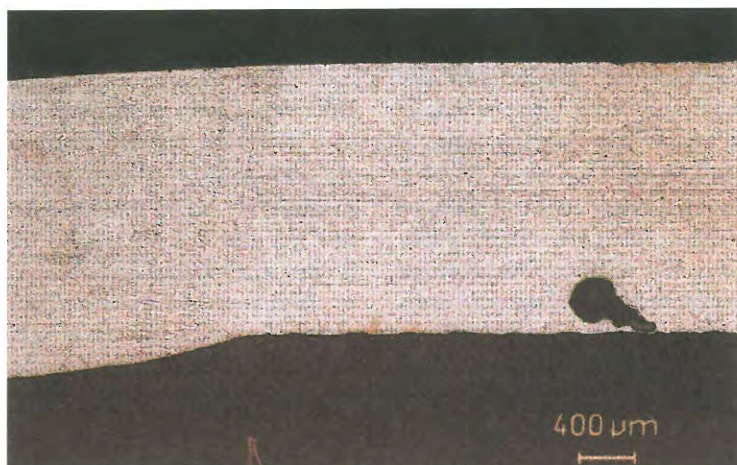


Bild 5

Beispiel für Lochkorrosion
in einem rostfreien Stahl.

Hell: Metall

Dunkel: Einbettmasse

Mikroorganismen verändern das freie Korrosionspotential

Für den Einsatz von nichtrostenden Stählen ist es entscheidend, dass das freie Korrosionspotential nicht in dem Bereich einer Lochfraßgefährdung (gestrichelter Bereich in Bild 3) liegt, bzw. dass die Stähle nicht in diesen Bereich hinein polarisiert werden. Genau dies bewirken jedoch die Mikroorganismen in bestimmten Biofilmen. Bild 6 zeigt hierzu die Veränderung des freien Korrosionspotentials einer Probe aus nichtrostendem Stahl in einer mit Bakterien aus einer schadhaften Rohrprüf-

anlage angeimpften Prüflösung im Vergleich mit einer nicht angeimpften Lösung. Zusätzlich ist auch die Potentialkurve von angeimpftem Rheinwasser dargestellt. Die Konzentrationen der Komponenten der Prüflösung sind dabei so gewählt, dass sie der Situation im natürlichen Flußwasser des Rheins entsprechen. Ausgehend von vollentsalztem Wasser wird diese Prüflösung synthetisch aufgebaut und hat damit einen hohen Definiertheitsgrad; die sonst in natürlichen Wässern üblichen jahreszeitlichen Schwankungen in der Wasserzusammensetzung fehlen somit gänzlich.

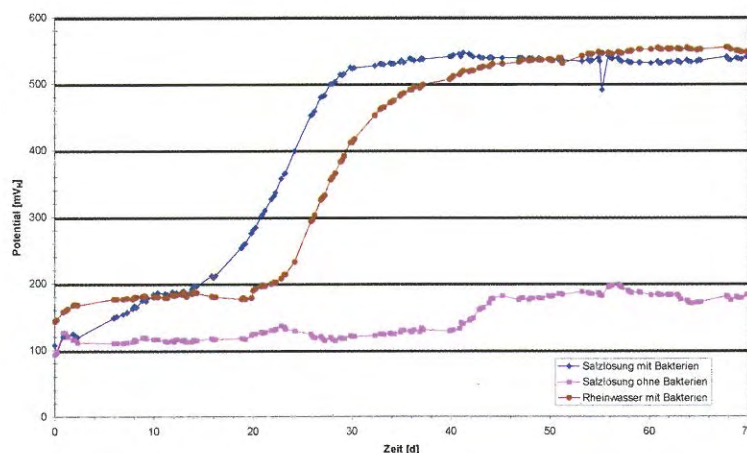


Bild 6

Einfluss des Mediums
und des Animpfmateri als
auf den Potentialanstieg

Mikrobiell induzierte Korrosion am Beispiel Kühlswassersystem

In den angeimpften Prüflösungen findet eine Besiedelung der Metalloberfläche mit Biofilm statt und nach einer kurzen Inkubationszeit steigt das freie Korrosionspotential an. Ausgehend von einem Potential, wie es in einem sterilen Medium mit gleicher Zusammensetzung vorliegen würde, erhöht sich das Potential innerhalb weniger Tage sehr stark, um sich auf einem deutlich höheren Niveau wieder zu stabilisieren. Diese Form des Potentialanstieges wurde bei zahlreichen Untersuchungen gezeigt und konnte auch bei Schadensfällen beobachtet werden [1,2].

Systematik und Vorgehensweise

Über biologisch beeinflusste Korrosionsschäden in Kühlwasserkreisläufen wurden mittlerweile zahlreiche Publikationen verfaßt [3]. Zum Beispiel traten Anfang der 90er Jahre plötzlich Schadensfälle in einem Kühlwasserkreislauf auf, die nur durch die mikrobielle Aktivität erklärt werden konnten. Diese Leckagen traten in einem Temperaturbereich auf, in dem die eingesetzten Werkstoffe bis dahin als beständig galten. Auf der Basis dieser Korrelation zwischen Temperatur und Schadensfällen wurden an der Fachhochschule einige Versuche zum Einfluß der Temperatur auf die

mikrobiell hervorgerufene Potentialveränderung durchgeführt.

Weiterhin erfolgten Untersuchungen zum Einfluß der Nährstoffsituation und einer gezielten Inhibierung von biologischen Reaktionsmechanismen auf den Potentialanstieg. In einem weiteren Arbeitsschritt wird der Einfluß von bestimmten Reaktionsmechanismen auf den Effekt des Potentialanstieges untersucht, hier wurde bislang insbesondere der Einfluß von manganoxidierenden Mikroorganismen beobachtet. Nachfolgend wird auszugsweise über die bisher gewonnenen Versuchsergebnisse berichtet.

Zu Beginn der mikrobiologischen Untersuchungen an dem Problem der Interaktion von metallischem Werkstoff und den Komponenten des aufwachsenden Biofilms mußte geklärt werden, mit welchen Methoden gearbeitet werden sollte. Biochemische Techniken zur Strukturanalyse der exopolymeren Substanzen standen dabei ebenso zur Diskussion wie gentechnische Reaktionsmechanismen zur Identifikation einzelner Bakterienarten. Bereits mit relativ einfachen Kulturmethode konnten in dem schleimigen Belag aus einer korrodierten Rohrleitung eine Vielzahl an aeroben und fakultativ anaeroben, heterotrophen Mik-

roorganismen, Thiobacillen, sulfatreduzierenden Bakterien, Clostridien, ammonium- oder nitritoxidierende Bakterien und Denitrifikanten nachgewiesen werden. Um dennoch in diesem – zumindest vordergründig – sehr komplexen System eine gewisse Struktur zu erhalten, die den funktionellen Zusammenhang zwischen mikrobiellem Wachstum und dem Anstieg des freien Korrosionspotentials erkennen läßt, wurde eine ökologisch orientierte Vorgehensweise gewählt.

Dabei ist zuerst die Frage nach den wirksamen Umweltfaktoren zu beantworten, die am jeweiligen Standort das Verhalten der vorkommenden oder eingetragenen Mikroorganismen bestimmen. Die systematische Variation physikalisch-chemischer Parameter im Laborexperiment als typischer Ansatz der mikrobiellen Ökologie erlaubt eine kontrollierte Reduktion der Komplexität des Systems wässrige Phase/Biofilm/Werkstoff. Voraussetzung für entsprechende Versuche, die an den Standortbedingungen orientiert sind, ist die Kenntnis des Sauerstoffgehalts im Wasser, des pH-Wertes, der Konzentration von essentiellen Kationen und Anionen, der Temperatur, der Belastung mit organischen Substanzen sowie der Lichtverhältnisse.

Unter Berücksichtigung dieser Fakten konnte ein erster entscheidender Versuch durchgeführt werden, bei dem das bis dahin verwendete natürliche Rheinwasser durch eine definierte Prüflösung ersetzt wurde (Bild 6). Somit führten die ersten Variationen der Umgebungsbedingungen zu einem vereinfachten System mit erhöhter Reproduzierbarkeit, da nun unabhängig von den jahreszeitlichen Schwankungen im natürlichen System gearbeitet werden kann.

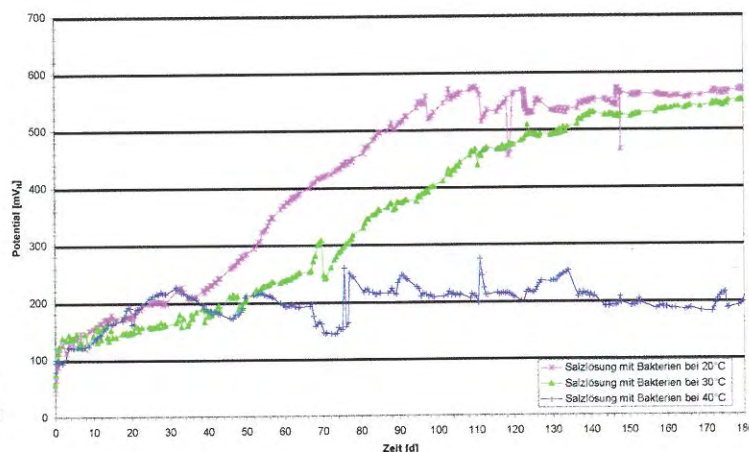


Bild 7

Einfluss der Temperatur
auf den Potentialanstieg

Mikrobiell induzierte Korrosion am Beispiel Kühlswassersystem

Als weiterer abiotischer Umweltfaktor ist die Temperatur entscheidend für die Artenzusammensetzung am Standort. Entsprechend der Tatsache, dass Korrosionsschäden nur unterhalb von 50 °C beobachtet werden, findet man in den schleimigen Belägen auch fast keine Bakterien, die bei dieser Temperatur noch stoffwechselphysiologisch aktiv sind.

Das Temperaturprofil verschiedener Stoffwechseltypen folgt vielmehr jenem Kurvenverlauf, der für mesophile Mikroorganismen charakteristisch ist, die in einem Bereich von 10°C bis 45°C mit einem Optimum, das meist zwischen 30°C und 40°C liegt, wachsen können. Der Potentialverlauf für angeimpfte Prüflösungen bei verschiedenen Temperaturen, aber sonst gleichen Bedingungen ist in Bild 7 gezeigt.

Im Gegensatz zu der bisher in Kühlkreisläufen beobachteten Temperaturabhängigkeit findet unter Laborbedingungen bereits bei einer Temperatur von 30°C nur noch ein verzögerter Potentialanstieg statt und bei einer Temperatur von 40°C bleibt ein Anstieg völlig aus.

Es wird vermutet, dass für den Potentialanstieg nicht nur eine Bakterienart verantwortlich ist sondern mehrere, wobei jede Art ihr

Optimum bei einer anderen Temperatur hat. Da die meisten Bakterien ihr Optimum bei 20°C haben, kommt es hier sehr schnell zu einem Potentialanstieg. Bei 30°C sind bereits weniger Bakterienarten aktiv, wodurch es zu einer Verzögerung des Potentialanstieges kommt. Unter Laborbedingungen sind bei 40°C nur noch sehr wenige Bakterien aktiv, die nicht mehr ausreichen, um einen Potentialanstieg hervorzurufen. Zusätzlich kommt bei Laborbedingungen hinzu, dass keine neuen Bakterien von außen in das System hineingetragen werden. Unter Betriebsbedingungen wird durch das Flusswasser immer eine gewisse Menge an Bakterien aus der Flußwasserfiltration zugeliefert, während dies unter Laborbedingungen mit einer definierten Prüflösung ausbleibt.

Da in der Literatur verschiedentlich über eine Beteiligung von manganoxidierenden Mikroorganismen berichtet wird, wurde der Einfluß der Mangankonzentration in der Prüflösung auf den Potentialanstieg untersucht. Wie aus Bild 8 ersichtlich ist, beginnt das Potential bei einer Standard-Mangankonzentration, wie sie im Rheinwasser vorliegt, relativ früh mit dem Anstieg und erreicht rasch das Endpotential. Lediglich in der Höhe des Endpoten-

tials gibt es Unterschiede; im unbegasteten Versuch mit einem niedrigeren Sauerstoffgehalt liegt das Endpotential höher als beim begasteten Versuch. Die Steigungen der Kurven im Bereich des Potentialanstieges sind jedoch nahezu gleich. Beim Versuch mit einer sehr stark erhöhten Mangankonzentration steigt das Potential sofort ohne Inkubationsphase an, jedoch nur auf einen Wert der deutlich unterhalb der Niveaus für die Versuche mit Standardkonzentrationen liegt. Dies läßt vermuten, dass die sich ausbildende, sehr dichte Mangandioxid-Schicht, die Diffusion von Sauerstoff zu jenen Bakterien behindert, die direkt auf der Metalloberfläche siedeln und am Korrosionsangriff beteiligt sind. Dies führt dazu, dass kein weiterer Potentialanstieg mehr möglich ist.

Beim Versuch ohne Manganzufuhr findet zwar auch ein Potentialanstieg statt, allerdings nur sehr stark verzögert. Dies rührt daher, dass sich kein völlig manganfreier Versuch durchführen läßt. In Spuren ist Mangan immer von Beginn an im System vorhanden. Dieses Mangan sammelt sich im Laufe der Zeit auf der Metalloberfläche an und führt dann letztendlich auch zu einem Potentialanstieg, der das Endniveau der Versuche mit einer Standard-Mangankonzentration erreicht.

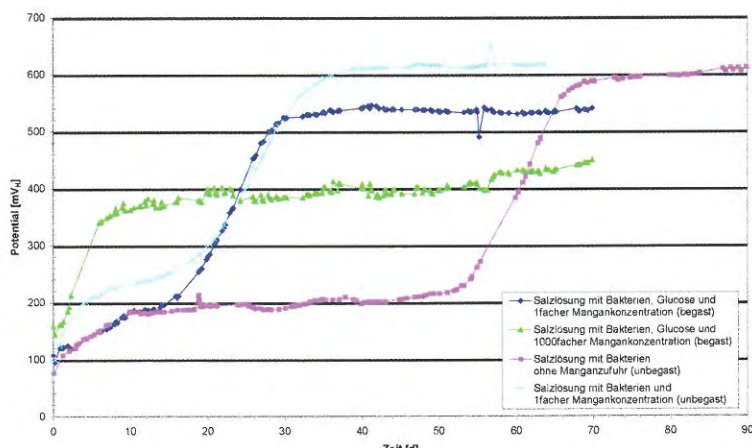


Bild 8

**Einfluss von Mangan
auf den Potentialanstieg**

Mikrobiell induzierte Korrosion am Beispiel Kühlswassersystem

Dieses Ergebnis belegt, dass die manganoxidierenden Mikroorganismen bei dem hier beobachteten mikrobiell beeinflussten Potentialanstieg eine Rolle spielen.

Lediglich die Geschwindigkeit des Anstieges und die Länge der Inkubationsphase hängen von der Zusammensetzung der Kohlenstoffquelle und der Art und Weise wie sie zugegeben wird ab. Den steilsten Anstieg zeigt der Standardversuch, der ganz ohne Kohlenstoffquelle durchgeführt wurde (Bild 9). Bei den Versuchen mit kontinuierlicher Zugabe von Glucose und Acetat in verschiedenen Konzentrationen ist der Anstieg geringer als beim Standardversuch. Beim Versuch mit diskontinuierlicher Zugabe von Ethanol ist deutlich

erkennbar, wann es zugegeben wurde und wie lange es als Energiequelle zur Verfügung stand. Jeweils nach der Zugabe fällt das Potential ab, bis das Ethanol verbraucht ist, wonach das Potential dann fast schlagartig wieder ansteigt. Auch unter diesen Bedingungen erreicht das Potential aber letztendlich das gleiche Niveau wie bei kontinuierlicher Zugabe der Kohlenstoffquelle. Aus diesem Ergebnis lässt sich ableiten, dass gerade bei einer nährstoffarmen Situation der mikrobiell induzierte Potentialanstieg sehr rasch erfolgt und dass bei einem sehr hohen Nährstoffangebot dieser Potentialanstieg sogar ganz unterdrückt werden kann (siehe Versuch mit diskontinuierlicher Ethanolzugabe in Bild 9).

Bild 10 zeigt beispielhaft den Einfluß von biologisch wirkenden Inhibitoren auf den Potentialanstieg. Beim ersten Versuch wurde der Hemmstoff Cyanid am 12., 16. und 38. Versuchstag zugegeben. Beim zweiten Versuch wurde der Hemmstoff dagegen einmalig am 38. Versuchstag zugegeben. Die Zugabe von Cyanid führte bei allen Versuchen, bei denen das Potential vorher angestiegen war, jeweils zu einem deutlichen Abfall auf das in abiotischen Versuchen in diesen Prüflösungen übliche Potential. Dies ist ein weiteres Indiz dafür, dass der Potentialanstieg direkt mit einer mikrobiellen Stoffwechselaktivität zusammenhängt. Bei einer kontinuierlichen Zugabe von Hemmstoffen, beispielsweise direkt als Bestandteil der Vorratslösung zugegeben, kann der Potentialanstieg vollständig verhindert werden.

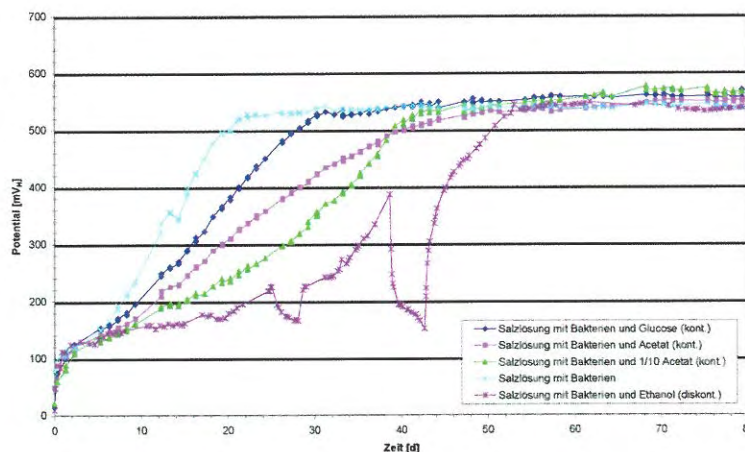


Bild 9

*Einfluss verschiedener
Kohlenstoff- und Energiequellen
auf den Potentialanstieg*

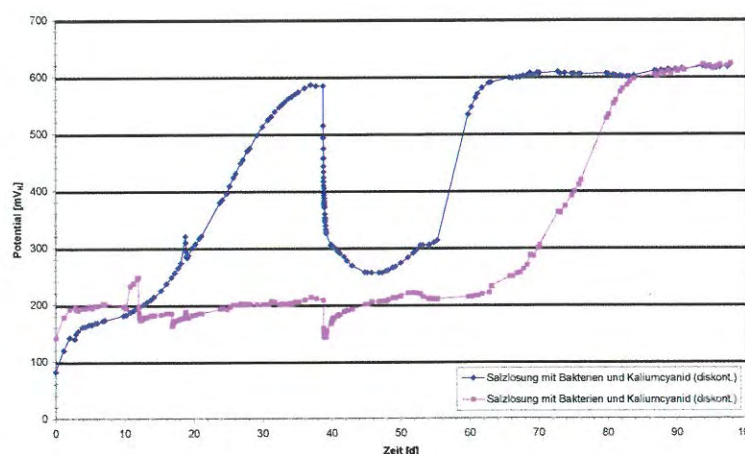


Bild 10

*Einfluss eines biologisch wirksamen
Inhibitors auf den Potentialanstieg*

Mikrobiell induzierte Korrosion am Beispiel Kühlwassersystem

Geplante Untersuchungen und Ausblick

Aufgrund der offensichtlichen Korrelation im Temperaturverhalten zwischen dem elektrochemischen Verhalten und dem Wachstum der Bakterien sind Experimente geplant, in denen durch Eingriffe in den mikrobiellen Stoffwechsel die Vermutung einer direkten Kopplung gestützt werden kann.

Durch Zugabe von spezifischen Hemmstoffen und Entkopplern kann der bakterielle Stoffwechsel an bestimmten Stellen der Elektronentransportkette oder die Gewinnung von Energie zum Erhalt und Wachstum der Mikroorganismen unterbrochen werden. Sofern gleichzeitig der Anstieg des Freien Korrosionspoten-

tials (Ruhepotential) partiell oder vollständig unterbleibt, ist dies ein weiteres Indiz für die Nutzung der Potentialdifferenz zwischen Werkstoff und wässriger Phase durch die Mikroorganismen.

Das unter Einwirkung eines spezifischen Hemmstoffes erreichte Potentialniveau ermöglicht dann den Rückschluß auf denjenigen Elektronencarrier in der bakteriellen Atmungskette, auf den die Elektronen – ggf. über mehrere Zwischenschritte – vom Werkstoff aus übertragen werden. Ist die Kopplungsstelle bekannt, so läßt sich daraus die für den Aufbau von bakterieller Biomasse gewinnbare Energie problemlos abschätzen und somit die Objekte der thermodynamischen Betrachtung konkret spezifizieren.

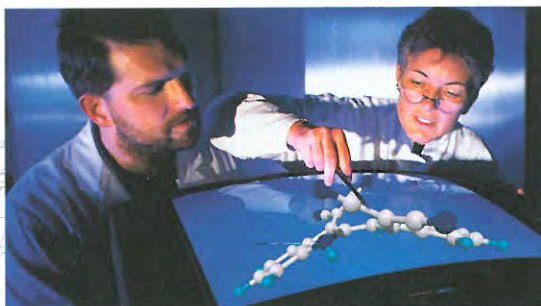
Literatur

- [1] E. Heitz, H.-C. Flemming, W. Sand, Microbially influenced corrosion of materials, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg (1996)
- [2] S. Watkins Borenstein, Microbiologically influenced corrosion handbook, Industrial Press Inc. (1994)
- [3] D. Thierry, Aspects of microbially induced corrosion, EFC by the institute of materials (1997)
- [4] H. Kaesche, Die Korrosion der Metalle, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, Hong Kong, Barcelona (1990)
- [5] P. Gümpel, Rostfreie Stähle, Expert Verlag, Renningen-Malmsheim (1996)

Kompetenz durch effiziente Pharmaforschung

Der Name Byk Gulden steht für eine international operierende Firmengruppe, die sich auf die Erforschung und den Vertrieb innovativer Pharmaprodukte spezialisiert hat: Therapeutika, Diagnostika und Selbstmedikationsprodukte bilden das Produktportfolio und die sicheren Standbeine des Unternehmens.

**BYK
online**
Besuchen Sie uns im Internet:
www.byk-gulden.com



Im Zuge unseres starken Wachstums haben wir aktuell in unseren Standorten Konstanz und Singen sowie im Außendienst ca. 80 interessante Positionen zu besetzen – unter anderem Einstiegschancen für Natur- und Wirtschaftswissenschaftler, Mediziner und Pharmazeuten, Ingenieure und Informatiker. Wir freuen uns auf Ihre Kontaktaufnahme! – Geschäftsbereich Personal

Im Jahre 1873 zunächst als chemische Fabrik gegründet, repräsentiert Byk Gulden heute eine Firmengruppe mit ca. 30 Tochtergesellschaften im In- und Ausland, 6.300 Mitarbeitern und einem weltweiten Geschäftsvolumen von 2 Mrd. DM.

Die Erforschung und Entwicklung innovativer Substanzen nimmt eine zentrale Stellung in unserer Arbeit ein. Unsere neue Substanz Pantoprazol, ein hochinnovatives Medikament zur Behandlung von Magen- und Darmerkrankungen, gehört zu den seit Jahren erfolgreichsten Neueinführungen auf dem deutschen Pharmamarkt. Weltweit führende Pharmaunternehmen kooperieren mit uns im internationalen Vertrieb von Pantoprazol.

Die Byk Gulden Gruppe mit Hauptsitz in Konstanz gehört zur ALTANA AG, ein Unternehmen, das sich mehrheitlich im Besitz der Familie Quandt befindet. Als ertrags- und kapitalstarker Konzern bietet die ALTANA AG die finanzielle Basis für die Entwicklung neuer Arzneimittel zur Unterstützung des Arztes.

Byk Gulden
Lomborg Chemische Fabrik GmbH
Postfach 10 03 10
78403 Konstanz



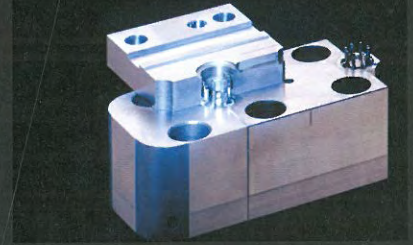
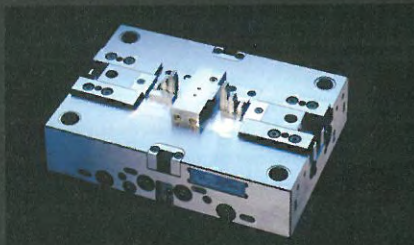
Ein Unternehmen der ALTANA AG

Die LEFO Formenbau GmbH in Stockach ist ein in der Branche für seine hervorragende Qualität bekannter Hersteller von Spritzgießformen. Mit ca. 80 Mitarbeitern beliefert LEFO Kunden aus den Bereichen Automobil, Pharmazie, Elektrowerkzeuge, Verbindungstechnik und anderen mit anspruchsvollen Ein- und Mehrfachformen.

Unsere durchgängige CAD/CAM-Kette in Verbindung mit einem hochwertigen Maschinenpark erlaubt auch die Bearbeitung anspruchsvoller 3D-Projekte.

Unser Angebot an den Kunden reicht von der Entwicklung der Teile einschließlich Berechnung und Simulation, über Prototypformen, Serienformen, Abmusterungen bis zum Spritzen von Vorserien-Stückzahlen.

Unser Unternehmen ist Teil der Roos & Kübler Gruppe, einer mittelständischen Gruppe des Werkzeug- und Formenbaus mit ca. 400 Mitarbeitern an 4 Standorten in Deutschland.



Wir suchen für verschiedene Aufgaben in der Entwicklung und Konstruktion, im 3D-CAD/CAM Bereich und in der Qualitätssicherung junge

Ingenieurinnen / Ingenieure.

Bei LEFO erwarten Sie hochinteressante Aufgaben, die Sie in enger Zusammenarbeit mit unseren Kunden mit einem hohen Maß an Eigenverantwortlichkeit bearbeiten.

Unser Standort ist hochschulnah. Wir bieten moderne Arbeitsplätze und eine hervorragende technische Ausstattung.

Gerne stellen wir Ihnen unser Unternehmen in einem persönlichen Gespräch vor.

LEFO Formenbau GmbH
Am Hermannsberg 1-5
78333 Stockach

Telefon: (0) 77 71 / 8 79 89 – 0
Telefax: (0) 77 71 / 8 79 89 – 50
E-mail: lefo@lefo-formenbau.de

Fahrradrahmen mit Spritzgussknotenpunkten

von Peter Kuchar, Erwin Enzensberger, Anghel Chiru und Calin Rosca

Im Rahmen eines unter Förderkennzeichen 1706299 vom BMBF unterstützten Forschungsvorhabens untersuchen die Autoren in Zusammenarbeit mit dem Sachverständigenbüro Eisenschmidt, der Firma Diamant Fahrradwerke GmbH sowie der Firma Delo Industrieklebstoffe die Möglichkeiten, einen Fahrradrahmen durch Verkleben von Stahlrohren mit Knotenpunkten aus Spritzgussteilen herzustellen.

Klassische Fahrradrahmen werden als sogenannte gemuffte Rahmen durch Hartverlöten der Rohrenden an der Lenkkopfmuffe, der Sitzkopfmuffe und am Tretlager, oder moderner auch durch Verschweissen ohne Muffen, hergestellt.

Weltweit werden jährlich ca. 85 Millionen Fahrräder hergestellt und verkauft, wobei der Rahmen eines Fahrrades, je nach Qualität des Endproduktes, 20-30 Prozent des Endpreises ausmachen kann (in dieser Betrachtung sind hochwertige Sporträder und Kohlefaserrahmen ausgenommen). In Deutschland werden jährlich ca. 2,8 Millionen Fahrräder vertrieben und dabei ca. 700.000 ex- bzw. importiert.

Die Herstellung von hartgelöteten bzw. geschweissten Fahrradrahmen erfordert einerseits einen hohen Energieaufwand und andererseits eine sehr hohe Qualifikation der Mitarbeiter für das Herstellen der Schweiss- bzw. Lötverbindungen.



Prof. Dr.-Ing. Peter Kuchar,
Prof. Erwin Enzensberger,
Dipl.-Ing. (FH) Seemann,
Fachhochschule Konstanz

Prof. Dr.-Ing. Anghel Chiru,
Akad. Oberrat Dr.-Ing. Calin Rosca,
Assistent Dipl.-Ing. Răzvan Anca
Universität Transilvania Brasov



Bild 1

**Gelöteter und gemuffter
Referenz-Fahrradrahmen
„Montezuma“, Rahmengröße 56
der Diamant Fahrradwerke GmbH**



Bild 2

**Prüfstand zur Untersuchung
der Statischen Festigkeit**

Fahrradrahmen mit Spritzgussknotenpunkten

Im Rahmen des o. g. Forschungsvorhabens sind nun die mechanischen Eigenschaften eines gelöteten und gemufften Fahrradrahmens der Fa. Diamant Fahrradwerke am Beispiel des Rahmens Typ Montezuma, Rahmengröße 56, auf Prüfständen der Fachhochschule Konstanz auf ihre „Statische Festigkeit“ und ihre „Dynamische Dauerhaltbarkeit“ gemäß der DIN 79100-2 untersucht worden.



Bild 3

Prüfstand zur Untersuchung der Dynamischen Dauerhaltbarkeit

Desweiteren sind Zerreiversuche mit den gelöteten Knotenpunkten vorgenommen worden, um für die zu entwickelnden Kunststoffspritzgussknotenpunkte Richtwerte für die erforderlichen Festigkeiten und Steifigkeiten zu bekommen. In Bild 4 sind Zerreiversuche mit den gemufften Knotenpunkten dargestellt.

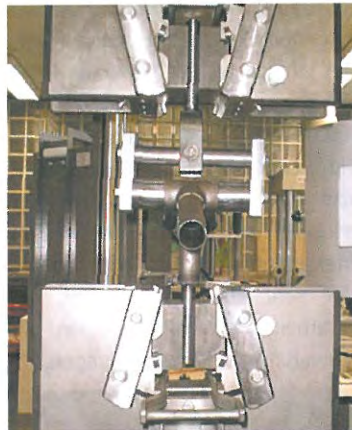


Bild 4

Zerreiversuche mit den gemufften Rahmenknoten

Eine FEM-Untersuchung mit Hilfe des Programms ANSYS 5.5.3, bei einer Modellierung des Rahmens mit Elementen von Typ PIPE-16, hat in einer ersten Annäherung vergleichbare Verformungen wie der tatsächliche Rahmen unter gleichen Lastbedingungen ergeben. Bild 5 zeigt das FEM-Modell mit den entsprechenden Verformungen unter Lastbedingungen wie aus Bild 2 ersichtlich.

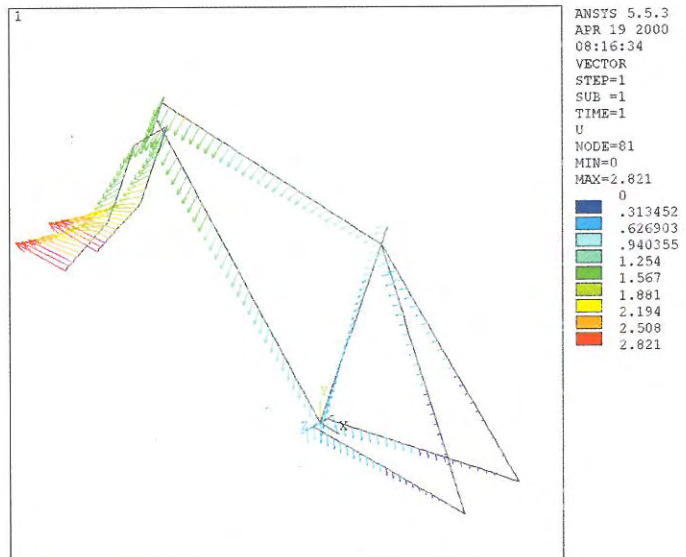


Bild 5

FEM-Modell mit Verformungen unter Lastbedingungen

In einem nächsten Arbeitsschritt wird der Rahmen des Referenzfahrrades (Diamant Typ Montezuma Rahmengröße 56) mit Hilfe des 3D-CAD Programms Pro/E Version 20 modelliert, um so eine genaue Rechnerabbildung des Rahmens zu bekommen, für den die Knotenpunkte aus Kunststoff entwickelt werden sollen.

Fahrradrahmen mit Spritzgussknotenpunkten

Als Werkstoff für die neuartigen Knotenpunkte wird PA66GF30 ausgewählt. Dieser Kunststoff ist sowohl spritzgussfähig als auch dank des 30%-igen Anteils von Glasfasern, mit Stahl durch Kleben zu verbinden. Bild 10 gibt eine mit dem REM vergrößerte Darstellung wieder. Der Glasfaseranteil ist deutlich zu erkennen.

In mehreren Zerreiversuchen ist aus einer Reihe von drei Klebstoffsorten ein Klebstoff ermittelt worden, der auch bei 60°C eine ausreichende Haltbarkeit von über 4 N/mm² sicherstellt. Mit diesem Wert ist die endgültige Auslegung der Spritzgussknotenpunkte erfolgt. In den kommenden Arbeitsschritten werden Musterteile gefertigt und die ersten Rahmen mit Hilfe der neuen Technologie hergestellt und nach den gleichen Prüfbedingungen wie

der Referenzrahmen auf „Statische Festigkeit“ und ihre „Dynamische Dauerhaltbarkeit“ gemäß der DIN 79100-2 untersucht.

Sind die Versuche erfolgreich, so eröffnet sich der Fahrradindustrie eine neue Technologie mit guten Aussichten, die Kosten für die Herstellung von Fahrradrahmen um ca. 10% zu reduzieren.

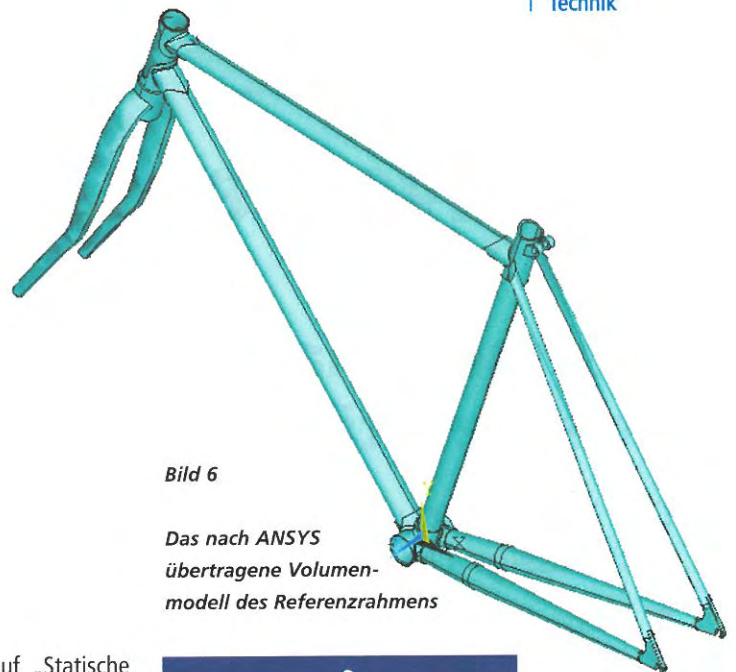


Bild 6

Das nach ANSYS übertragene Volumenmodell des Referenzrahmens

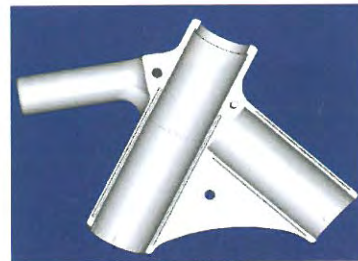


Bild 7



Bild 8



Bild 9

Erste Entwürfe der Spritzgussknotenpunkte als Volumenmodell in Pro/E

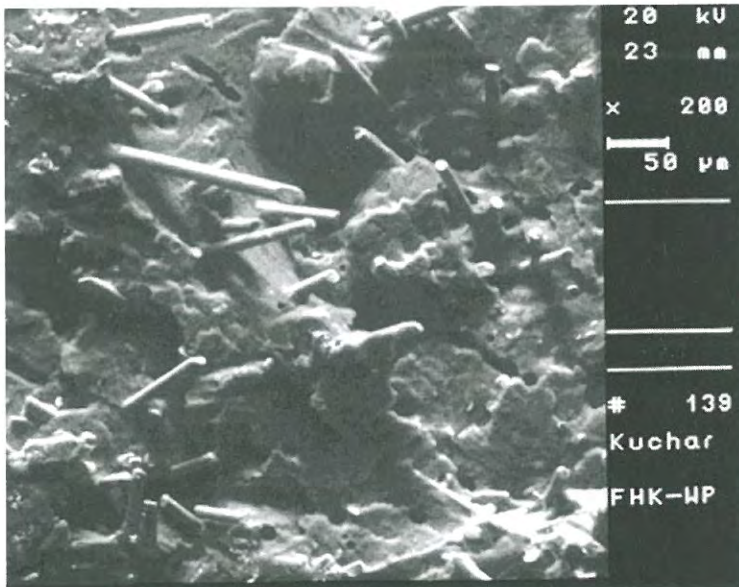


Bild 10

REM-Vergrößerung des Werkstoffs PA66GF30 mit 30% Glasfaseranteil

Abschließend ist es das Anliegen der Autoren, allen Mitarbeitern der Fachhochschule Konstanz und ganz besonders jenen aus den Zentralen Werkstätten, aber auch den immer sehr engagiert mitwirkenden Studenten, ihren Dank auszusprechen.



Wärmebehandlung ist unsere Stärke!

Der Name Bodycote Metal Technology steht für erstklassige Dienstleistung in den Bereichen:

- Wärmebehandlung und Fügetechnik
- Heiß-Isostatisches Pressen
- Metallische Beschichtung und Materialprüfung



Weltweit ist Bodycote an über 190 Standorten in 20 Ländern vertreten. Allein in Deutschland, den Niederlanden und Liechtenstein verfügt Bodycote über ein Netzwerk von 22 Betrieben mit insgesamt 800 Mitarbeitern.

Der Bereich Wärmebehandlung bietet eine Vielzahl von Verfahren an. Die klassische Wärmebehandlung (z.B. Einsatzhärten, Vakuumwärmebehandlung) ist dabei ebenso vertreten, wie Neuentwicklungen (z.B. Corr-I-Dur®), die den gesteigerten Anforderungen unserer Kunden im internationalen Wettbewerb gerecht werden.

Bodycote Kunden profitieren von unserer langjährigen Erfahrung und dem Know-How als vielseitigster Anbieter von Wärmebehandlungsverfahren in ganz Europa.

Der Einsatz hochmoderner und umweltfreundlicher Anlagen garantiert nicht nur die effiziente Behandlung der Kundenteile auf dem neuesten Stand der Technologie, sondern bietet auch maßgeschneiderte Lösungen für individuelle Neuentwicklungen.

Partnership for Quality steht bei Bodycote für eine enge Kooperation mit dem Kunden. Gemeinsam erreichen wir eine ständige Optimierung Ihrer Produkte!

BODYCOTE Wärmebehandlung GmbH

Buchwiesen 6 • D-73061 Ebersbach a.d. Fils

Tel.: + 49 (0) 71 63 103-120 • Fax: + 49 (0) 71 63 103-221

eMail: htsales@bodycote.de • www.bodycote.de

Power Electronics

Leistungselektronik für elektrische Antriebe und Solarwechselrichter von Manfred W. Gekeler

Leistungselektronik und elektrische Antriebstechnik sind eng miteinander verbunden: Drehzahlverstellbare elektrische Antriebe sind ohne Leistungselektronik nicht denkbar. Umgekehrt wird ein Großteil der leistungselektronischen Geräte für die elektrische Antriebstechnik produziert. Aber auch in anderen Bereichen des täglichen Lebens ist die Leistungselektronik präsent: z.B. bei Stromversorgungen, in der Beleuchtungstechnik, und auch – ganz aktuell – als Wechselrichter für die Solartechnik.

Im Labor für Leistungselektronik und Antriebstechnik der Fachhochschule Konstanz wurden in den letzten Jahren, gefördert mit Mitteln des Ministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kunst, verschiedener industrieller Partner sowie aus Linzenzeinnahmen, einige interessante Forschungs- und Entwicklungsprojekte aus diesen Bereichen durchgeführt.

Im folgenden wird über zwei dieser Projekte berichtet, die in jüngster Vergangenheit abgeschlossen wurden.

Vektorgeregelter Frequenzumrichter mit schaltverlustfreier Endstufe

Für drehzahlveränderbare Antriebe im Leistungsbereich ab einigen hundert Watt werden heute überwiegend Drehstrommotoren eingesetzt. Sehr gut lässt sich dies anhand einer Statistik erkennen (Bild 1), die auf Daten des ZVEI (Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.) beruht. [1]

Deutlich zu erkennen ist das enorme Wachstumspotenzial bei Drehstromantrieben. Dabei kommen meist Asynchronmotoren zum Einsatz, die über Frequenzumrichter mit Gleichspannungswenkreis, so genannte U-Umrichter, gespeist werden. Diese Geräte richten die Wechselspannungen des Drehstromnetzes zunächst gleich und erzeugen aus der so entstandenen Zwischenkreisgleichspannung U_d mittels eines Pulswechselrichters wieder ein neues, sozusagen synthetisches Drehstromsystem, bei dem jetzt aber die Zeitverläufe der Ströme beliebig vorgebar sind; ein häufiger Sonderfall sind sinusförmige Stromverläufe mit frei einstellbarer Frequenz und



Manfred W. Gekeler, geb. 1951 in Stuttgart, studierte Elektrotechnik mit Schwerpunkt Industrielle Elektronik und promovierte über „Dreiphasige spannungseinprägende Drei-Stufen-Pulswechselrichter“. In zehn Industriejahren befasste er sich in leitenden Positionen bei mittelständischen Unternehmen und einem internationalen Konzern mit Themen aus den Bereichen Leistungselektronik und geregelte Antriebe. Seit 1994 vertritt er als Professor der Fachhochschule Konstanz die Lehrgebiete Leistungselektronik und Elektrische Antriebstechnik und leitet das gleichnamige Labor.

Amplitude. Über die Frequenz ist die Drehzahl der Asynchronmotoren verstellbar.

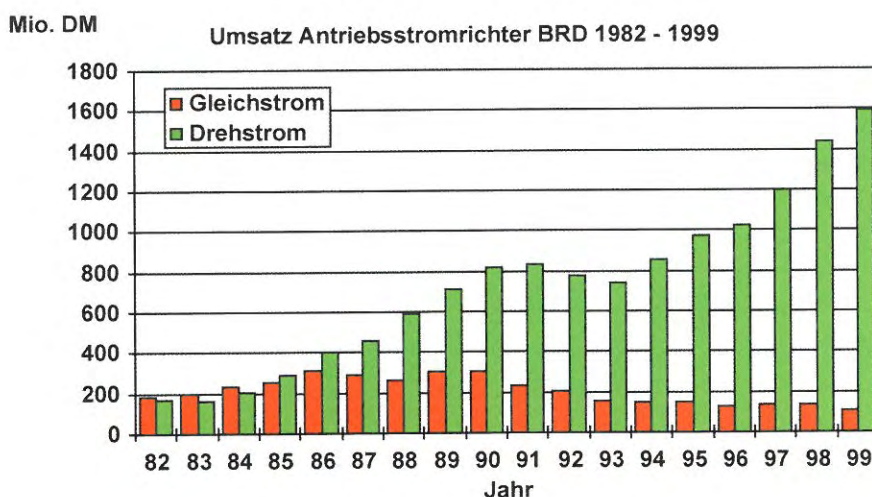


Bild 1

Drehzahlverstellbare elektrische Antriebe sind heute überwiegend in Drehstromtechnik ausgeführt.

Daten: ZVEI

Power Electronics

Leistungselektronik für elektrische Antriebe und Solarwechselrichter

Bild 2

Konventioneller Pulswechselrichter

U_d : Zwischenkreisgleichspannung
ASM: Asynchronmotor

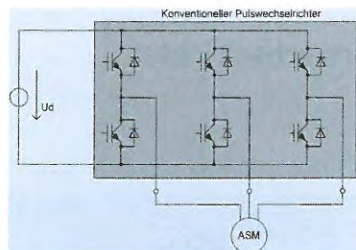


Bild 2 zeigt das Prinzipschaltbild eines solchen Pulswechselrichters. In der konventionellen Ausführung besteht er aus sechs Leistungstransistoren mit antiparallelen Dioden. Die Transistoren werden mit Schaltfrequenzen von ca. 3 bis 20 kHz derart ein- und ausgeschaltet, dass in der Ständerwicklung des Asynchronmotors Ströme mit einem weitgehend sinusförmigen Zeitverlauf fließen.

Zwar ist die Zeitdauer dafür nur kurz – ca. 0,1 bis 1 Mikrosekunde –, der Momentanwert der Verlustleistung (Strom mal Spannung) erreicht jedoch extreme Werte. So werden beispielsweise bei einem Frequenzumrichter für einen 100 kW-Asynchronmotor die Leistungshalbleiter mit Spitzenwerten der Verlustleistung bis zu 200 Kilowatt gestresst. Multipliziert mit der Zahl der Schaltvorgänge je Sekunde ergeben sich dann hohe Werte der mittleren Verlustleistung und damit der Erwärmung. Dadurch werden die erreichbaren Leistungsdaten des Frequenzumrichters teilweise drastisch begrenzt, insbesondere dann, wenn hohe Werte der Schaltfrequenz gefordert sind.

Für eine Schaltung, die sich als besonders geeignet für den Einsatz in Pulswechselrichtern erwies, wurde die Bezeichnung „APEN-Pulswechselrichter“ kreiert. „APEN“ steht für „Asymmetrisches Passives Entlastungs-Netzwerk“. Es vermeidet die Schaltverluste fast vollständig und steigert dadurch die Leistungsdaten erheblich. Weitere technische Vorteile sind z.B. eine deutlich verbesserte elektromagnetische Verträglichkeit.

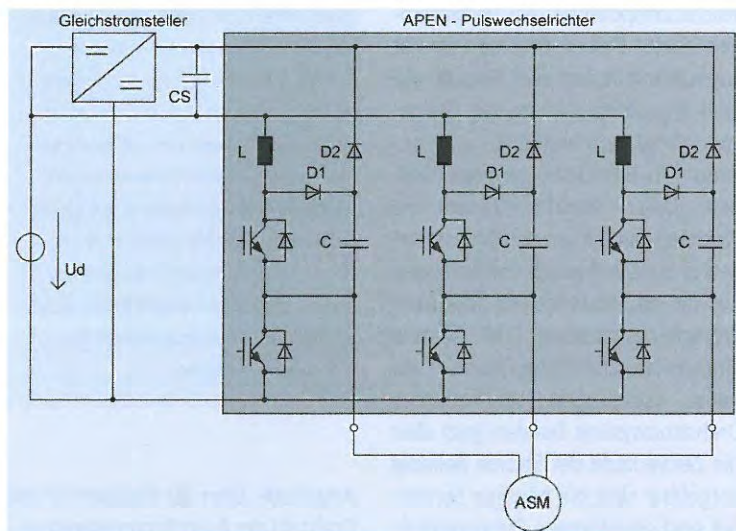
Bild 3 zeigt das Prinzipschaltbild des APEN-Pulswechselrichters. Gegenüber der konventionellen Ausführung nach Bild 2 sind in jeder Phase ein Kondensator C, eine Drossel L und zwei Dioden D1 und D2 hinzugekommen. Die komplexe Funktionsweise dieser Entlastungsschaltung im Detail zu beschreiben würde den Rahmen dieses Aufsatzes sprengen. Deshalb soll lediglich eine qualitative Beschreibung gegeben werden:

Beim **Einschalten** eines der beiden Transistoren einer Phase des Pulswechselrichters kann der Transistorstrom, bedingt durch die Drossel L, nur vergleichsweise langsam ansteigen, während die Spannung am Transistor sehr schnell auf den geringen Wert der Durchlassspannung abfällt. Das gleichzeitige Auftreten hoher Werte von Strom und Spannung und deshalb großer Verlustleistung wird dadurch vermieden.

Beim **Ausschalten** eines der beiden Transistoren einer Phase kann die an ihm anliegende Spannung, bedingt durch den Kondensator C, nur vergleichsweise langsam ansteigen, während der Transistorstrom sehr schnell zu null wird. Somit wird wiederum das gleichzeitige Auftreten hoher Werte von Strom und Spannung und deshalb großer Verlustleistung vermieden.

Bild 3

Pulswechselrichter mit neuem APEN-Entlastungsnetzwerk
 U_d , ASM: sh. Bild 2



Dabei treten in den Transistoren und Dioden jedoch die so genannten Schaltverluste auf. Diese entstehen dadurch, dass während des Ein- bzw. Ausschaltvorgangs gleichzeitig hohe Spannungen anliegen und große Ströme fließen. [2]

Eines der Ziele des Projekts bestand nun darin, diese Schaltverluste zu vermeiden oder wenigstens stark zu reduzieren. Dazu wurden verschiedene Ansätze zunächst theoretisch und mit Hilfe der Schaltungssimulation untersucht. [3] Drei viel versprechende Versionen wurden dann auch aufgebaut und experimentell untersucht. [4]

Power Electronics

Leistungselektronik für elektrische Antriebe und Solarwechselrichter

Auch Dioden weisen Schaltverluste auf. Diese werden durch APEN ebenfalls weitgehend vermieden. Insbesondere werden die meist kritischen Rückstromspitzen drastisch verringert.

Bild 4 zeigt beispielhaft Oszillogramme mit den Strom- und Spannungsverläufen bei einem Einschalt- und einem Ausschaltvorgang. Man erkennt, dass zu keinem Zeitpunkt hohe Werte von Strom und Spannung gleichzeitig auftreten.

Drossel L und Kondensator C bilden bei jedem Ein- und Ausschaltvorgang einen Schwingkreis. Dabei wird jeweils ein Energiebetrag in den für alle drei Phasen gemeinsamen Kondensator CS transportiert. Diese Energie wird über den Gleichstromsteller nutzbringend in die Zwischenkreisgleichspannung U_d zurückgeführt. Der Gleichstromsteller ist einfach aufgebaut – er besteht aus lediglich drei Hauptstromelementen – und muss nur für einen geringen Prozentsatz der Pulswechselrichterleistung – ca. 3 bis 5 % – ausgelegt werden.

Im Labor für Leistungselektronik und Antriebstechnik wurde diese Schaltung in den vergangenen Jahren zunächst umfassend theoretisch und mit Hilfe der Schaltungssimulation untersucht. Danach wurde ein industriell gefertigter Frequenzumrichter mit einer Leistung von 33 kVA um die APEN-Schaltung ergänzt. Umfangreiche Messreihen betätigten die Erwartungen vollständig. Vor allem zeigte sich, dass die Schaltung außerordentlich robust ist: Auch gelegentliche fehlerhafte Steuersignale für die Leistungstransistoren, wie sie im Experimentierbetrieb hin und wieder auftreten, führten weder zu einer Zerstörung der Bauteile noch zu einer Fehlfunktion der Schaltung.

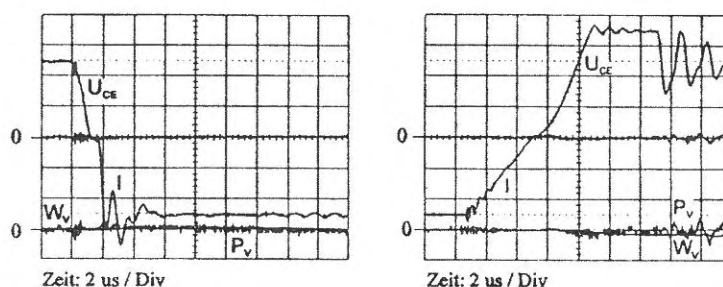


Bild 4

Beim APEN-Pulswechselrichter treten hohe Werte von Strom und Spannung an den Leistungstransistoren nie gemeinsam auf. Deshalb sind die Schaltverluste sehr gering.

Welche Vorteile stehen nun dem Mehraufwand an Bauteilen gegenüber?

- Die Gesamtverluste des Frequenzumrichters sind deutlich verringert, insbesondere bei hohen Werten der Schaltfrequenz. Gemäß Diagramm Bild 5 betragen sie bei 20 kHz nur noch ca. 50 % gegenüber der konventionellen Schaltung.
- Die bislang erforderliche Überdimensionierung der Leistungstransistoren kann deshalb reduziert werden.
- Die Kühlmittel (Kühlkörper, Lüfter, Wärmetauscher etc.) können kleiner ausfallen.
- Wegen der geringen Spannungsteilheiten können Filter zur Sicherstellung der Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) einfacher ausgelegt werden.
- Bei Pulswechselrichtern mittlerer bis großer Leistung können sehr hohe Werte der Schaltfrequenz erreicht werden, was mit der konventionellen Schaltung nur schwer möglich ist.

Wichtige Frage: Rechnet sich das Ganze?

Dazu wurde gemeinsam mit einem mittelständischen Unternehmen der elektrischen Antriebstechnik eine Studie zur Wirtschaftlichkeit durchgeführt. Ausgegangen wurde von der bekannten Kalkulation eines Serienprodukts. Dann wurden zum einen die Kosten des Mehraufwands, zum anderen aber die Einsparungen durch die verschiedenen Vorteile beziffert. Das Ergebnis: Abhängig von Leistungsklasse und Schaltfrequenz des Pulswechselrichters ergaben sich insgesamt Kostenvorteile von 5 bis ca. 10 % bei gleichzeitig verbesserten technischen Eigenschaften. Keine Revolution, aber immerhin ein nennenswerter Vorteil für die nächste Produktgeneration.

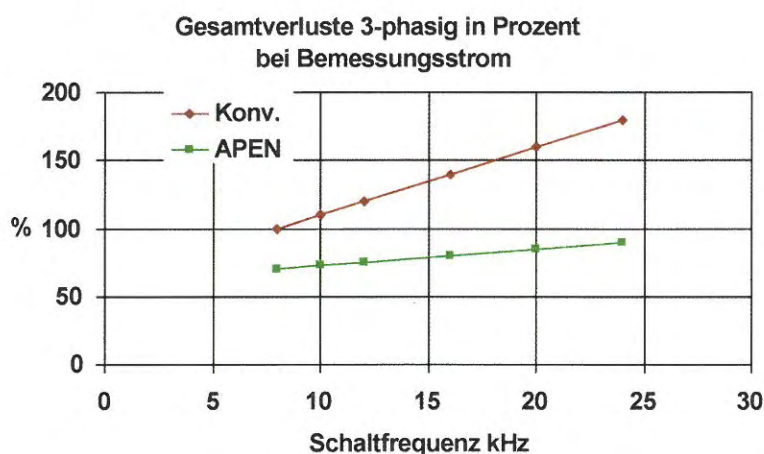


Bild 5

Die Gesamtverluste des APEN-Pulswechselrichters sind insbesondere bei hohen Werten der Schaltfrequenz deutlich geringer als beim konventionellen Pulswechselrichter

Power Electronics

Leistungselektronik für elektrische Antriebe und Solarwechselrichter

Transformatorloser Solarwechselrichter mit gestufter Ausgangsspannung

Die Erzeugung elektrischer Energie aus Sonnenlicht mit Hilfe von Solarzellen macht zwar nur einen kleinen Bruchteil der bundesweit verbrauchten elektrischen Energie aus; nicht zuletzt angestoßen durch das kürzlich in Kraft getretene „Erneuerbare Energien Gesetz“ (EEG) wird in diesem Bereich jedoch mit einem enormen Wachstum gerechnet.

In vielen Fällen wird die erzeugte elektrische Energie direkt vor Ort verbraucht (so genannter Inselbetrieb, z.B. bei der Stromversorgung von Überwachungseinrichtungen an Autobahnen). Um einen Beitrag zur Versorgung der Haushalte zu leisten, muss dagegen die erzeugte elektrische Energie in das öffentliche Versorgungsnetz eingespeist werden. Prinzipbedingtes Problem: Die Solarzellen, die in so genannten Solargeneratoren zusammengefasst sind, erzeugen Gleichstrom, das Versorgungsnetz arbeitet jedoch mit 50 Hz-Wechselstrom. Der erzeugte Gleichstrom muss also vor dem

Einspeisen in einen 50 Hz-Wechselstrom (oder Drehstrom) umgewandelt werden. Dazu dienen so genannte Wechselrichter. In ihrem Leistungsteil entsprechen sie den Pulswechselrichtern, wie sie im ersten Teil dieses Aufsatzes für die elektrische Antriebstechnik besprochen wurden.

Bei Solarwechselrichtern ist die Effizienz der Umwandlung der Gleichstromenergie in Wechselstromenergie, ausgedrückt durch den so genannten Wirkungsgrad, von besonderer Bedeutung: Er soll so hoch wie möglich sein. Gleichzeitig soll die Einspeisung netzfreundlich erfolgen, um Störungen von den Verbrauchern fernzuhalten. Dies bedeutet, dass der eingespeiste Netzstrom weitgehend sinusförmig sein soll; die Abweichung von diesem Ideal wird (wie bei HiFi-Anlagen) durch den Klirrfaktor angegeben.

Bei den Solarwechselrichtern können zwei Konzepte unterschieden werden: Ausführungen mit Transformator und solche ohne Transformator. Bei Geräten ohne Transformator entfallen dessen Verluste, des-

halb ist ein besonders hoher Wirkungsgrad möglich. Allerdings muss dazu die Gleichspannung des Solargenerators stets höher sein als der Scheitelwert der Netzwechselspannung; sie liegt bei einphasiger Einspeisung meist bei ca. 400 bis 450 V. Dazu ist eine große Zahl von Solarzellen – 800 bis 1000 – in Reihe zu schalten. Bei Anlagen kleiner Leistung ist dies nicht möglich.

Ein solches Wechselrichterkonzept wurde bereits in der Vergangenheit an der Fachhochschule Konstanz entwickelt und mit zwei Partnerfirmen zu einem erfolgreichen Serienprodukt weitergeführt. [5, 6]

Bei Geräten mit Transformator kann dieser die Aufgabe der Spannungsanpassung übernehmen. Dabei gibt es eine ganze Reihe sehr unterschiedlicher Schaltungskonzepte, auf die hier nicht eingegangen werden soll. Der Transformator bedeutet jedoch stets Aufwand und weist Verluste auf.

Mit einer im Labor für Leistungselektronik und Antriebstechnik der Fachhochschule Konstanz neu entwickelten Schaltungstopologie gelingt es, die Vorteile der beiden vorgenannten Konzepte zu vereinigen:

- Einphasige Einspeisung; Leistungsbereich 100 W bis ca. 4 kW
- Großer Bereich der Solargeneratorspannung von 150 bis ca. 400 V (Optimale Eignung für ca. 200 und 400 V)
- Transformatorlose Ausführung: Der Trafo und seine Verluste entfallen.
- Exzellenter Wirkungsgrad
- Hervorragender Klirrfaktor

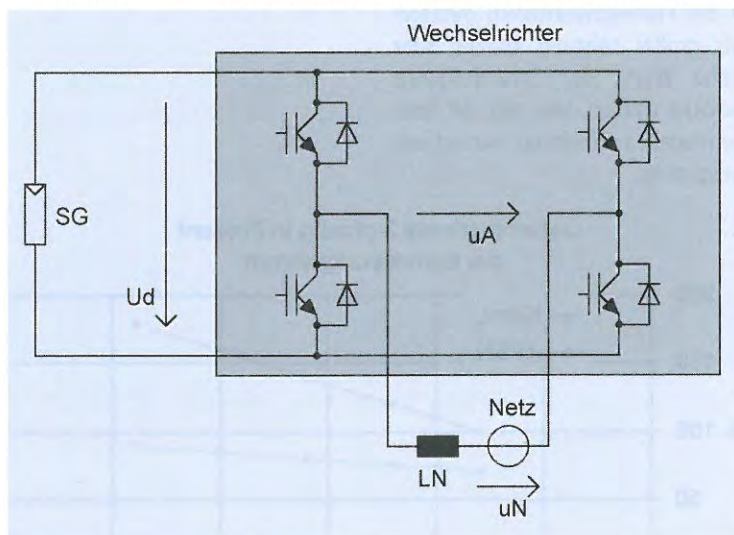


Bild 6

Konventioneller
transformatorloser
Solarwechselrichter

SG: Solargenerator

Power Electronics

Leistungselektronik für elektrische Antriebe und Solarwechselrichter

Weitere Vorteile liegen bei kleinen Werten und Baugrößen der induktiven Komponenten, z.B. der Netzdrossel, und im Bereich der Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV).

Bild 6 zeigt zunächst den prinzipiellen Aufbau eines konventionellen transformatorlosen einphasigen Solarwechselrichters. Der Solargenerator erzeugt eine Gleichspannung größer als der Scheitelwert der Netzwechselspannung. Ihm nachgeschaltet ist ein Wechselrichter in Vollbrückenschaltung (auch H-Schaltung genannt), der aus vier Leistungstransistoren mit antiparallelen Dioden besteht. Am Quersweig liegt die erzeugte Ausgangsspannung u_A an. Diese ist über eine Netzdrossel LN mit dem 50 Hz-Netz verbunden.

Diese Netzdrossel LN ist zwingend erforderlich: Die Leistungstransistoren werden geschaltet betrieben. Die Ausgangsspannung u_A kann deshalb lediglich die Momentanwerte $+U_d$, 0 und $-U_d$ annehmen (Bild 7). Die Netzwechselspannung u_N weist dagegen einen sinusförmigen Zeitverlauf auf. Ein direktes Zusammenschalten würde zu Kurzschlussströmen und damit zur Zerstörung führen und ist deshalb nicht möglich. Die zwischengeschaltete Netzdrossel LN nimmt die

Spannungsdifferenz auf und führt zu einer Glättung des Netzstroms. Er ist weitgehend sinusförmig mit einer überlagerten hochfrequenten Welligkeit. Damit diese so niedrig wie möglich ist, muss entweder die Netzdrossel einen hohen Induktivitätswert aufweisen, was sich im Preis niederschlägt, oder die Schaltfrequenz der Transistoren muss sehr hoch sein, was über die Schaltverluste den Wirkungsgrad unerwünscht verringert.

Bild 8 zeigt die neuartige Schaltungstopologie. Zwischen Solargenerator und Wechselrichter sind zwei Komponenten hinzugekommen: Ein Gleichstromsteller, der aus lediglich drei Hauptstromelementen besteht, sowie ein Transistor T und eine Diode D.

Die Funktionsweise dieser Schaltung ist in [7] ausführlich erläutert. Insbesondere sind dort auch Ausführungsvarianten beschrieben, die für besondere Einsatzfälle zusätzliche Vorteile aufweisen. Im folgenden soll deshalb nur eine qualitative Erläuterung gegeben werden:

Die Ausgangsspannung U_{d2} des Gleichstromstellers ist mit der Solargeneratorspannung U_{d1} in Reihe geschaltet.

Die Summe $U_d = U_{d1} + U_{d2}$ wird mittels des Gleichstromstellers auf einen Wert ausgeregelt, der etwas höher ist als der Scheitelwert der Netzwechselspannung. Die Solargeneratorspannung U_{d1} kann deshalb im Bereich 150 V bis ca. 400 V schwanken; ideal sind Werte bei ca. 200 V.

Für die Funktion von Transistor T und Diode D sind zwei Bereiche zu unterscheiden:

Der Betrag des Momentanwerts der Netzspannung ist kleiner als U_{d1} : Dann wird der Transistor T gesperrt, die Diode D leitet und schaltet die Spannung U_{d1} auf die Vollbrückenschaltung. Deren Transistoren arbeiten im Taktbetrieb und erzeugen einen Netzstrom mit dem gewünschten sinusförmigen Zeitverlauf.

Der Betrag des Momentanwerts der Netzspannung ist größer als U_{d1} : Die Vollbrückenschaltung dient hier lediglich als Stromwender. Der Transistor T arbeitet im Taktbetrieb und bildet zusammen mit der Diode D einen Tiefsetz-Gleichstromsteller, mit dem wiederum ein Netzstrom mit dem gewünschten sinusförmigen Zeitverlauf erzeugt wird.

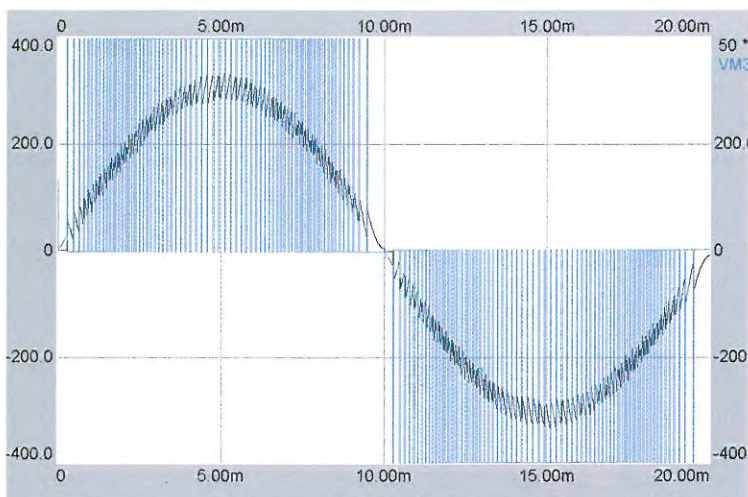


Bild 7

Zeitverläufe der Ausgangsspannung u_A (gepulster Verlauf) und des Netzstroms

Power Electronics

Leistungselektronik für elektrische Antriebe und Solarwechselrichter

Damit ergeben sich drei bedeutende technische Vorteile: Zum ersten muss nur ein Teil der gesamten elektrischen Energie – ca. 50 % – über den Gleichstromsteller geführt werden. Er kann entsprechend kostengünstig ausgelegt werden und hat nur geringe Verluste. Zum zweiten erzielt man mit dieser Methode einen sehr viel günstigeren Zeitverlauf der Ausgangsspannung, was sich positiv auf die Größe der Netzdrossel, die Schaltfrequenz und den gesamten Wirkungsgrad auswirkt. Zum dritten müssen die Transistoren und Dioden jeweils nicht mehr gegen die volle Spannung U_d schalten, sondern nur noch gegen U_{d1} bzw. U_{d2} . Dadurch werden die Schaltverluste deutlich reduziert.

Bild 9 zeigt den Zeitverlauf der Ausgangsspannung u_A : Dieser weist

jetzt nicht mehr, wie in Bild 7, nur drei, sondern insgesamt fünf Stufen auf: $+(U_{d1} + U_{d2})$, $+U_{d1}$, 0 , $-U_{d1}$ und $-(U_{d1} + U_{d2})$. Durch diese Stufung ist eine sehr viel bessere Approximation an die sinusförmige Netzwechselspannung u_N möglich, wie ein Vergleich der Bilder 7 und 9 zeigt.

Patent und TEBO-Preis 2000

Ein Prototyp dieses neuartigen Solarwechselrichters wurde im Rahmen einer Diplomarbeit [8] aufgebaut und mit Erfolg erprobt. Die erwarteten und zunächst mit Hilfe einer Schaltungssimulation [3] belegten Vorzüge konnten damit experimentell bestätigt werden. Aufgrund dieses Erfolgs wurde die Schaltung vor kurzem zum Patent angemeldet. [7]

Eine besondere Ehrung erfuhr die Arbeit im November 2000. Seit 1998 wird vom Technologiezentrum für die Euregio Bodensee (TEBO) St. Gallen jährlich der LISTA-Innovationspreis und TEBO-Umsetzungspreis 2000 ausgeschrieben. Damit sollen technologisch innovative Diplom- oder Projektarbeiten ausgezeichnet werden, die eine Chance haben, realisiert zu werden bzw. deren Lösung einem Bedürfnis entspricht. Im Oktober kam die freudige Nachricht: Die Jury hat die Arbeit „Neuartiger Leistungsteil für transformatorlose Solarwechselrichter zur Einspeisung ins Einphasennetz“ mit dem mit insgesamt 10.000,- SFr. dotierten TEBO-Umsetzungspreis 2000 für innovative, umsetzbare Arbeiten ausgezeichnet. Die Verleihung dieses Preises an den Diplomanden fand anlässlich der Eröffnung der Internationalen Technologiemesse INTERTECH in Friedrichshafen am 9. November 2000 statt. Diplomand und Fachhochschule Konstanz sind stolz auf diese Auszeichnung.

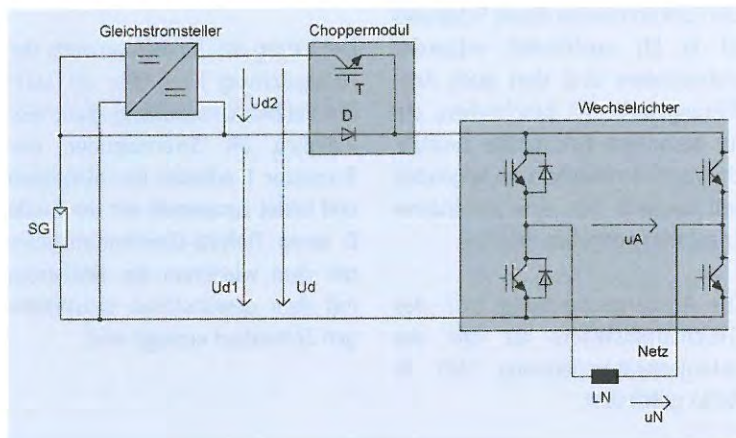


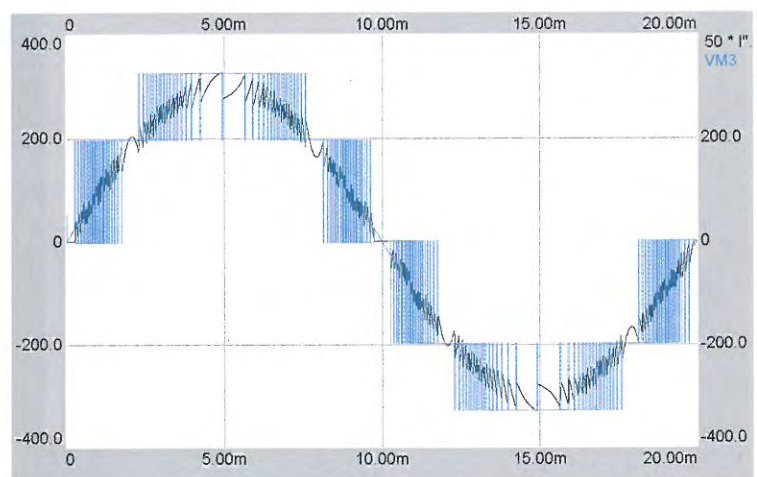
Bild 8

Neuartiger Solarwechselrichter mit gestufter Ausgangsspannung u_A
SG: sh. Bild 6

Bild 9

Zeitverläufe der Ausgangsspannung u_A und des Netzstroms beim neuartigen Solarwechselrichter.

Der gestufte Verlauf der Ausgangsspannung u_A erbringt erhebliche Vorteile.



Power Electronics

Leistungselektronik für elektrische Antriebe und Solarwechselrichter

Wie geht es nun weiter?

Interessierte Firmen können mit ihren eigenen Spezialisten den Prototypen zur Serienreife weiterentwickeln. Diese Vorgehensweise hat den Vorzug, dass firmenspezifische Interessen, wie Corporate-Identity-gerechtes Design, optimale Abstimmung auf die eigenen Produktions- und Testeinrichtungen oder die Verwendung bereits gelisteter Komponenten, bestmöglich berücksichtigt werden. Das Labor für Leistungselektronik und Antriebstechnik der Fachhochschule Konstanz kann diesen Prozess beratend begleiten und dabei ggfs. weitere Teilprojekte übernehmen. Für Lizenzvergaben oder Erwerb der Schutzrechte sind verschiedene Modelle denkbar. Die so erzielten Einkünfte dienen dem Labor zur Finanzierung weiterer Projekte.

Schlusswort

Im Labor für Leistungselektronik und Antriebstechnik der Fachhochschule Konstanz wurden und werden interessante Forschungs- und Entwicklungsprojekte durchgeführt. Neben anwendungsbezogener Forschung im vorwettbewerblichen Bereich hat sich dabei eine enge Kooperation mit industriellen Partnern bewährt. Sie gewährleistet die Aktualität der Aufgabenstellungen sowie die rasche Umsetzung der Ergebnisse.

Literatur:

- [1] Elektrische Antriebe
Jahresberichte bis 1999 des
Zentralverbands Elektrotechnik-
und Elektronikindustrie e.V.
(ZVEI), Frankfurt am Main
- [2] Nicolai, Ulrich; Reimann, Tobias;
Petzoldt, Jürgen; Lutz, Josef
Applikationshandbuch IGBT-
und MOSFET - Leistungsmodule
Semikron International GmbH &
Co. KG, 1998
- [3] Simulationsprogramm
SIMPLORER
Simec GmbH & Co. KG, Chemnitz
- [4] Gekeler, Manfred
Schaltungsanordnung zur
Vermeidung von Schaltverlusten
eines Zweigpaares eines selbst-
geführten Stromrichters mit ein-
geprägter Zwischenkreisgleich-
spannung
Deutsche Patentanmeldung
P 44 30 078.6, 25.08.94
- [5] Bystron, K.; Prohurka, F.;
Schütz, J.
Photovoltaikanlage
Sonnenenergie Heft 4 Aug. 1993
- [6] Sunways AG photovoltaics,
Konstanz, Firmenschrift
Solarwechselrichter
- [7] Gekeler, Manfred;
Wenzler, Patrick
Solarwechselrichter
Deutsche Patentanmeldung
100 20 537.2, April 2000
- [8] Wenzler, Patrick
Neuartiger Leistungsteil
für transformatorlose Solar-
wechselrichter zur Einspeisung
ins Einphasennetz
Diplomarbeit FH Konstanz,
März 2000

Njoschi Weber Communications

Ein Unternehmen in der Creativ Mediengruppe Würzburg

Mediaplanung

Promotion

Events

Public Relations

78351 Bodman-Ludwigshafen · ++49 (0)172/7421533 · njoschi.weber@t-online.de

Anwendungen der Bernstein-Entwicklung

von Jürgen Garloff

Einleitung

Viele Probleme aus der Mathematik und ihren Anwendungen lassen sich formulieren als das Problem, den Wertebereich eines Polynoms in mehreren Variablen über einem mehrdimensionalen Quader zu bestimmen. Beispiele hierzu werden in den nachfolgenden Abschnitten dargestellt. Entwickelt man das gegebene Polynom in Bernstein-Polynome, so erhält man unmittelbar aus den Entwicklungskoeffizienten Schranken für den gesuchten Wertebereich. Die Schranken lassen sich nun durch Unterteilung des Quaders beliebig genau verbessern.

In zwei BMBF-Projekten und einem Innovativen und einem Kooperationsprojekt, gefördert vom Land Baden-Württemberg, wird seit 1995 die Bernstein-Entwicklung auf verschiedene Problembereiche angewendet, nämlich auf Probleme der robusten Regelung und der Lösung von Systemen polynomialer Ungleichungen und Gleichungen.

Bevor diese Anwendungen näher dargestellt werden, soll kurz die zugrundeliegende Entwicklung erklärt werden.

Ein Ausblick auf weitere Projekte des Projektleiters beschließt diese Übersicht.

Die Bernstein-Entwicklung

Der Einfachheit halber stellen wir die Entwicklung für den Fall einer Variablen dar und umreißen kurz die Erweiterung auf den Fall mehrerer Variablen.

Es sei ein Polynom p in einer Variablen mit reellen Koeffizienten,

$$p(x) = a_m x^m + a_{m-1} x^{m-1} + \dots + a_1 x + a_0,$$

gegeben. Gesucht ist der Wertebereich von p über einem Intervall $[a, b]$,

$$p([a, b]) = \{p(x) \mid x \in [a, b]\},$$

wobei wir uns im folgenden auf den Fall, daß $[a, b]$ das Einheitsintervall $U = [0, 1]$ ist, beschränken können. Wir stellen nun das Polynom p als Linearkombination von Bernstein-Polynomen

$$B_i = \binom{m}{i} x^i (1-x)^{m-i}, \quad i = 0, \dots, m,$$

$$p(x) = \sum_{i=0}^m b_i B_i(x),$$

dar, wobei die Entwicklungskoeffizienten b_i , die sogenannten Bernstein-Koeffizienten, gegeben sind durch

$$b_i = \sum_{j=0}^i \frac{\binom{i}{j}}{\binom{m}{j}} a_j, \quad i = 0, 1, \dots, m. \quad 1$$



Prof. Dr. habil. Jürgen Garloff

ist seit 1990 Professor für Mathematik im Fachbereich Informatik der FH Konstanz und seit 1999 apl. Professor im Fachbereich Mathematik und Statistik der Universität Konstanz.

Seine Arbeitsgebiete sind das Wissenschaftliche Rechnen mit Ergebnisverifikation, die Matrix-Analysis und die Robuste Stabilität.

Es soll erwähnt werden, daß die Berechnung der Bernstein-Koeffizienten sehr einfach über fortgesetzte Addition benachbarter Werte in einem Dreiecksschema, ausgehend von den Polynomkoeffizienten, erfolgen kann. Damit wird beispielsweise die Berechnung der Binomialkoeffizienten in 7 vermieden.

Aus den Bernstein-Koeffizienten ergeben sich nun unmittelbar Schranken für den Wertebereich von p über U : Es gilt

$$p(U) \subseteq [\min_{i=0}^m b_i, \max_{i=0}^m b_i].$$

Diese Schranken lassen sich verbessern, indem man U in die beiden Intervalle $[0, 0.5]$ und $[0.5, 1]$ aufteilt und die skizzierte Vorgehensweise auf die beiden Teilintervalle anwendet. Dabei können die Bernstein-Koeffizienten von p auf $[0, 0.5]$ unmittelbar aus denjenigen auf U mittels fortgesetzter Mittelwertbildung berechnet werden. Als Zwischenergebnisse ergeben sich sogar noch die Bernstein-Koeffizienten auf dem Nachbarintervall $[0.5, 1]$, ohne daß eine gesonderte Rechnung nötig wäre. Aus diesen Bernstein-Koeffizienten erhält man Schranken für den Wertebereich von p über jedem der beiden Teilintervalle und damit auch für den Wertebereich von p über U . Wenn man in dieser Weise weiter unterteilt, ergeben sich Folgen von unteren und oberen Schranken für den Wertebereich von p über U , die quadratisch, also sehr rasch, gegen diese konvergieren.

Die skizzierte Vorgehensweise überträgt sich auf den Fall eines Polynoms in n Variablen, wobei nun die Bernstein-Koeffizienten ein n -dimensionales Feld bilden. Bei höherdimensionalen Problemen sind Strategien von besonderer Wichtigkeit, mit deren Hilfe unnötige

Unterteilungen vermieden werden können. Durch experimentelle Rechnungen stellte sich heraus, daß es besonders günstig ist, in die Koordinatenrichtung zu unterteilen, in der die betreffende erste partielle Ableitung einen möglichst großen Absolutbetrag besitzt. Es ist ein weiterer Vorteil der Bernstein-Entwicklung, daß man aus den Bernstein-Koeffizienten eines Polynoms durch Differenzenbildung sofort die Bernstein-Koeffizienten seiner partiellen Ableitungen erhält.

Anwendungen

Robuste Stabilität

Von großer praktischer Bedeutung in der Regelungstheorie ist die Beantwortung der Frage, ob ein gegebenes Polynom, dessen Koeffizienten von Parametern abhängen, D -stabil ist, d.h. ob seine Nullstellen sämtlich in einer vorgegebenen Teilmenge D der komplexen Ebene enthalten sind. Von besonderer Wichtigkeit sind hier die Fälle, in denen D ist die offene linke komplexe Halbebene (Hurwitz-Stabilität), der offene Einheitskreis (Schur-Stabilität) oder ein Sektor in der linken komplexen Halbebene, welcher symmetrisch zur reellen Achse liegt und seine Spitze im Ursprung hat (Dämpfung). In der Literatur ausgiebig diskutiert ist der Fall, in dem die Parameterabhängigkeit affin oder multiaffin ist. Damit werden jedoch nur die einfachsten praktisch relevanten Fälle erfaßt, weshalb hier die polynomiale Parameterabhängigkeit im Vordergrund steht:

Gegeben sei ein n -dimensionaler Quader

$$Q = [\underline{q}_1, \overline{q}_1] \times \dots \times [\underline{q}_n, \overline{q}_n]$$

und ein Polynom $p(q, s)$

$$p(s, q) = a_m(q)s^m + \dots + a_1(q)s + a_0(q),$$

dessen Koeffizienten polynomial von Parametern q_1, q_2, \dots, q_n

$q = (q_1, q_2, \dots, q_n)^T$, abhängen, d.h.

$$a_k(q) = \sum_{i_1, \dots, i_n=0}^d a_k^{(i_1, \dots, i_n)} q_1^{i_1} \cdot \dots \cdot q_n^{i_n}.$$

Die Parameter q_i mögen in den Intervallen $[\underline{q}_i, \overline{q}_i]$ variieren. Es stellt sich nun die Frage, ob die Polynome $p(q)$ D -stabil für alle $q \in Q$ sind (robuste Stabilität).

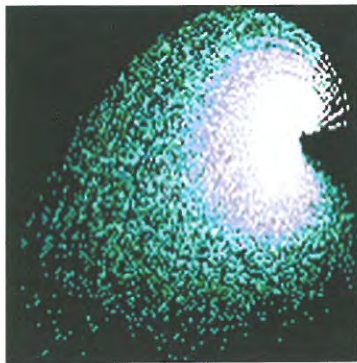
Die Bernstein-Entwicklung läßt sich hier am einfachsten auf algebraische Stabilitätskriterien anwenden: Im Fall der Hurwitz-Stabilität ist die sog. Hurwitz-Determinante auf Positivität über Q zu testen; wir haben es also mit dem Problem zu tun, den Wertebereich eines Polynoms einzuschließen. Der Einsatz der Bernstein-Entwicklung führt hier für nicht zu großes n (Anzahl der Parameter) und m (Grad des Polynoms) zu einem schnellen Algorithmus. Es sollte erwähnt werden, daß die von dem Projektmitarbeiter Dipl.-Inf. (FH) Dipl.-Ing. Michael Zettler erstellte Software verfügbar ist in der Matlab-toolbox PARADISE, welche am Institut für Robotik und Systemdynamik der Deutschen Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt e.V. erstellt worden ist (<http://www.op.dlr.de/FF-DR-RR/paradise>). Für komplexere regelungstechnische Probleme ist jedoch bereits die (symbolische) Berechnung der Hurwitz-Determinante mit den gegenwärtigen Rechnern nicht möglich.

In [1] wurde die Bernstein-Entwicklung eingesetzt, um zu testen, ob Nullstellen von Polynomen $p(q)$ die imaginäre Achse überschreiten und so die Polynomfamilie nicht robust Hurwitz-stabil ist. Der entworfene Algorithmus ist für komplexere regelungstechnische Probleme einsetzbar.

Anwendungen der Bernstein-Entwicklung

Bild 1

Value set im Fall der Regelung des Fiat Dedra Motors



Ein weiterer Vorteil der Bernstein-Entwicklung ist hier, daß die sog. value set, dies ist die Wertemenge des gegebenen Polynoms über der imaginären Achse, visualisiert werden kann, was von besonderem Nutzen für den Entwurfsingenieur ist, erkennt er doch unmittelbar aus der Visualisierung, ob der Koordinatenursprung in der value set enthalten ist und damit die Polynomfamilie instabile Mitglieder enthält.

Als **Beispiel 1** sei das charakteristische Polynom angeführt, welches bei der Regelung des Motors des Fiat Dedra auftritt. Es ist von siebtem Grad ($m=7$) und seine Koeffizienten hängen quadratisch von sieben Parameter a_i ($n=7$); die explizite Angabe dieser Koeffizienten füllt mehrere Buchseiten. In wenigen Sekunden liefert der Algorithmus die in Bild 1 dargestellte Approximation der value set.

Der Koordinatenursprung befindet sich in einem kleinen schwarzen Loch auf der rechten Seite außerhalb der value set, was zeigt, daß die Polynomfamilie robust stabil ist.

Einschließung der Lösungsmenge eines polynomialen Ungleichungssystems

Unter einem polynomialen Ungleichungssystem verstehen wir ein System von Ungleichungen

$$p_i(x) > 0, i = 1, \dots, k, x \in Q. \quad 2$$

worin die p_i Polynome in n Variablen und Q ein n -dimensionaler Quader sind. Derartige Systeme treten beispielsweise in der Regelungstheorie auf, vor allem bei der Stabilitätsanalyse linearer Modelle, aber auch beim Entwurf nichtlinearer rückgekoppelter Systeme, wobei es sich nicht nur darum handelt, das gegebene System zu stabilisieren, sondern auch eine Reihe weiterer Systemeigenschaften zu erfüllen. Solche Systeme wurden mit symbolischen Methoden behandelt, die allerdings viel Speicherplatz und Rechenzeit benötigen.

Da sich die Lösungsmenge von 2 nur in einfachsten Fällen explizit angeben läßt, begnügen wir uns mit einer inneren und äußeren Approximation für diese. Mit Hilfe der Bernstein-Entwicklung testen wir das Vorzeichen der Polynome p_i über den durch Unterteilung erhaltenen Quadern. Auf diese Weise lassen sich Quader finden, die entweder innerhalb oder außerhalb der Lösungsmenge liegen oder Teile des Randes der Lösungsmenge enthalten.

Beispiel 2

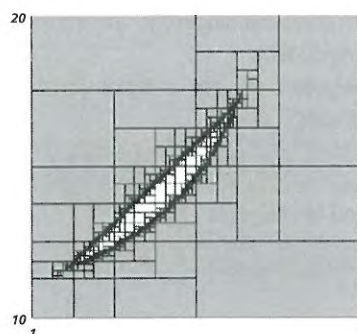
Wir wählen das folgende Ungleichungssystem für die drei positiven Parameter A, B, D , welches sich bei der Anwendung von Stabilitätskriterien ergibt:

$$\begin{aligned} AB^2 - D^2 &> 0 \\ -AB + A + D^2 - D - 1 &> 0 \\ AB - AD - 2A + D^2 + 4D^2 + 4D &> 0 \\ AB^3 - AB^2D - 4AB^2 + 2ABD + 4AB + 2BD^3 + 5BD^2 + 2BD - D^3 - 4D^2 - 4D &> 0 \\ AB - 2A - BD^2 - 4BD - 4B + 2D^2 + 3D - 2 &> 0 \end{aligned}$$

Hierin ist $A \in [100, 120]$, $B \in [0, 2]$, $D \in [10, 20]$

Bild 2

Menge der zulässigen Werte für die Parameter B und D für $A=110$ in Beispiel 2



Das symbolische Programmpaket QEPCAD benötigt (auf einer Sun Workstation) alleine zwei Stunden CPU-Zeit, um nachzuweisen, daß das obige System lösbar ist. In nur 1.3 s (auf einem Pentium 133-PC) findet unser Algorithmus eine innere Approximation der Lösungsmenge. Um diese wenigstens teilweise visualisieren zu können, wählen wir $A = 110$. Bild 2 zeigt für diesen Parameterwert innere Approximationen für die Mengen der zulässigen (weißer Bereich) und der unzulässigen (grauer Bereich) Parameter B und D .

Anwendungen der Bernstein-Entwicklung

Einschließung der Lösungen von polynomialen Gleichungssystemen

Unter einem polynomialen Gleichungssystem verstehen wir ein System von Gleichungen

$$p_i(x)=0, i=1, \dots, n, x \in Q \quad 3$$

worin wieder die p_i Polynome in n Variablen und Q ein n -dimensionaler Quader sind. Wieder testen wir mit Hilfe der Bernstein-Entwicklung das Vorzeichen der Polynome p_i über den durch Unterteilung erhaltenen Quadern. Damit lassen sich Teilquader aussondern, die keine Lösung enthalten können. Auf die restlichen Teilquader wenden wir einen Existenztest an, der 1941 von Carlo Miranda angegeben worden ist und der eine Verallgemeinerung auf Funktionen mehrerer Variablen des Sachverhaltes darstellt, daß eine stetige Funktion einer Variablen eine Nullstelle in einem Intervall besitzt, wenn sie an den Intervallenden unterschiedliches Vorzeichen hat. Auf diese Weise läßt sich verifizieren, daß bestimmte Quader Lösungen von 3 enthalten.

Zur Demonstration wählen wir als **Beispiel 3** zwei Polynome, die die x_1, x_2 -Ebene in zwei nahezu identischen Ellipsen mit dem Koordinatenursprung als Mittelpunkt schneiden. Die Lösungsmenge besteht aus vier Punkten, welche symmetrisch zu den Achsen liegen. Nach der Aussonderung von Teilquadern verbleiben die in Abb. 3a gezeigten Quader. Mit dem Existenztest von Miranda wird dann verifiziert, daß die vier in Abb. 3b gezeigten Quader Lösungen enthalten.

Gegenwärtig wird versucht, gemeinsam mit einer Forschergruppe von der Université de Nantes in Nantes (Frankreich), die skizzierte Vorgehensweise mit Methoden des inter-

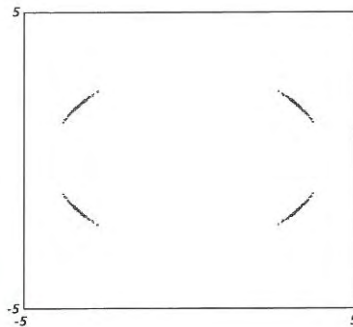
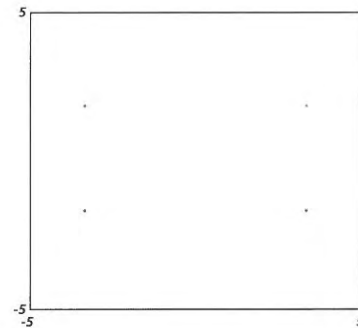


Abb. 3b
Quader, die Lösungen enthalten

Abb. 3a
Teilquader aus Beispiel 3, auf die der Miranda-Test angewendet wird



val constraint solving und mit Methoden des Wissenschaftlichen Rechnens mit automatischer Ergebnisverifikation zu verknüpfen.

Herr **Andrew P. Smith**, BSc., MSc., ist seit 1999 Mitarbeiter im Projekt „Lösung von Systemen algebraischer Gleichungen“ am Institut für Angewandte Forschung der FH Konstanz. Gegenwärtig schließt er seine Promotion in Mathematik an der University of Bath in Bath (England) ab.

Weitere Projekte

Wissenschaftliches Rechnen mit automatischer Ergebnisverifikation: Lösung von linearen Gleichungssystemen mit unscharfen Koeffizienten

Nullstellenverteilung des Hadamard-Produktes von Polynomen

Strukturelle Eigenschaften total nichtnegativer Matrizen

Literatur (Auswahl):

[1] M. Zettler und J. Garloff:
Robustness analysis of polynomials with polynomial parameter dependency using Bernstein expansion, IEEE Trans. Automat. Contr. 43, S.425-431 (1998)

[2] J. Garloff und B. Graf:
Solving strict polynomial inequalities by Bernstein expansion, in The Use of Symbolic Methods in Control System Analysis and Design, N.Munro (Hrsg.), IEE, London, S.339-352 (1999)

[3] J. Garloff:
Application of Bernstein expansion to the solution of control problems, Reliable Computing 6, S.303-320 (2000)

[4] J. Garloff und A. P. Smith:
Solution of systems of polynomial equations by using Bernstein expansion, erscheint in Symbolic Algebraic Methods and Verification Methods, G. Alefeld, S. Rump, J. Rohn und T. Yamamoto (Hrsg.), Springer-Verlag

Computerorientierte baustatische Berechnung von Stahlbetondecken

Ein neues Verfahren zur konsistenten Modellierung von Stützen
von Horst Werkle, Thomas Friedrich und Josef Sutter

1.) Einleitung

Die wohl häufigste Anwendung der Finite Element Methode in der Praxis stellt die Berechnung von Deckenplatten dar. Flachdecken können im Bereich der Stütze eine Pilzkopfverstärkung erhalten, um die Biegebewehrung über der Stütze zu reduzieren und das Durchstanzverhalten zu verbessern.

Zur Finite-Element-Modellierung der Stützen von Fachdecken gibt es heute kein einheitliches Konzept. Darüber hinaus ergeben sich in der Praxis bei der Ergebnisinterpretation oft Fragen, deren Ursache Inkonsistenzen bei der Modellierung sind. Im folgenden werden zunächst die derzeit verwendeten Modelle diskutiert und ein neues, konsistentes Modell vorgestellt. Weiterhin werden die Anwendung auf die Berechnung von Flachdecken mit Pilzkopfverstärkungen gezeigt und dimensionslose Beiwerte zur Ermittlung der maßgebenden Schnittgrößen mitgeteilt.

2.) Modellierungskonzepte für Stützen bei Flachdecken

Die Berechnung von Flachdecken war bereits recht früh ein Gegenstand der Computeranwendung in der Statik. Man verwendete hierzu ab Mitte der 70-er Jahre meist die Finite Element Methode. Stützen wurden zunächst als Punktlager im Plattenmodell dargestellt. Aufgrund der Einschränkungen und Unzulänglichkeiten dieses Modells wurden später weitere Modelle entwickelt. Heute gibt es folgende Modellierungskonzepte:

- Punktlager
Elastische Bettung der Platte am Stützenkopf
- Flüssigkeitskissen-Modell (konstante Pressung am Stützenkopf)
- Starre Lagerung oder Einspannung der Plattenelemente durch die Stütze
- Starrkörpermodell des Stützenkopfes durch kinematische Kopplungsbedingungen
- Berücksichtigung der Stützenschnittgrößen als Lagrange-Parameter im Arbeitsausdruck des Finite-Element-Systems
- Dreidimensionales Volumenmodell im Stützenbereich

Die beiden letztgenannten Modelle sind wegen des Aufwandes derzeit nur im Forschungsbereich von Interesse, die übrigen Modelle werden in der Praxis angewandt.

Bei der Punktlagerung eines Knotenpunkts des Finite-Element-Modells werden die Schnittgrößen an der Stütze singulär [1]. Dennoch kann das Modell in der Praxis bei schlanken Stützen sinnvoll eingesetzt werden [2]. Die Modellierung der Stütze als elastisch gebetteter Plattenbereich vermeidet Singularitäten an der Stütze. Die Bettungszahl wird in der Regel aus der Vertikalsteifigkeit der Stütze ermittelt. Mit der Stützenfläche A_s und der Stützenlänge h erhält man die Vertikalfeder der Stütze zu $k_z = E \cdot A_s / h$. Setzt man die Einwirkungsfläche der Stütze gleich der Stützenfläche, ist die Bettungszahl $k_{s,z} = E/h$. Geht man hingegen davon aus, dass der Stützenkopf eine Drehung anstelle einer



Prof. Dr.-Ing. Horst Werkle lehrt seit 1989 Baustatik und Bauinformatik im Fachbereich Bauingenieurwesen der Fachhochschule Konstanz. Seine fachlichen Interessen liegen insbesondere im Bereich der Anwendung der Finite-Element-Methode in der Baustatik und Baudynamik sowie der Softwareentwicklung mit modernen Softwaretechnologien. Ein weiterer Tätigkeitsschwerpunkt sind Online-Wörterbücher und Terminologiedatenbanken für den Konstruktiven Ingenieurbau.

Josef Sutter
Domostatik AG, Zürich

Thomas Friedrich
Fachhochschule Konstanz

Vertikalverschiebung durchführt, erhält man eine andere Bettungszahl. Für eine am Fußpunkt gelenkig gelagerte Einzelstütze ergibt sich mit der Drehfeder $k_{\phi y} = 3 \cdot E \cdot I_y / h$ die Bettungszahl zu $k_{s,z} = 3 \cdot E/h$ bzw. bei einer unten eingespannten Stütze $k_{s,z} = 4 \cdot E/h$. Bei einer Einspannung in eine Stütze im oberen und eine Stütze im unteren Stockwerk addieren sich die beiden entsprechenden Bettungszahlen. Die elastische Lagerung und Einspannung einer Stütze lässt sich also durch eine Bettungszahl nicht eindeutig beschreiben.

Computerorientierte baustatische Berechnung von Stahlbetondecken

Ein neues Verfahren zur konsistenten Modellierung von Stützen

In der Praxis wird heute im Allgemeinen das Modell der elastischen Bettung mit einer Bettungszahl $k_{s,z}=E/h$ zur Modellierung von Stützen bei Flachdecken vorgezogen. Diese Modellierung ist nicht problemlos. Vielmehr bestehen folgende Unzulänglichkeiten:

- Beim Modell der elastischen Bettung ist die Größe der Bettungszahl nicht eindeutig bestimmbar, da sie einerseits die Steifigkeit aus der Normalkraftverformung der Stütze und andererseits diejenige aus der Biegeverformung berücksichtigen soll. Im Sinne des cu/co-Verfahrens des Stahlbetonbaus sollte sie auch die elastische Einspannung in die Stütze des unteren und gegebenenfalls auch des oberen Stockwerks enthalten.
- Bei elastischer Bettung tritt ein Moment am Stützenkopf auf. Dessen Weiterleitung in die Stütze wird in der Praxis fast immer vernachlässigt, was im Sinne einer konsistenten Lastabtragung nicht zulässig ist.
- Einspanneffekte, z.B. in Randstützen werden nicht zuverlässig erfasst.

Die Modellierung der Lagerung einer Flachdecke mit einer Stütze kann demnach derzeit nicht als geklärt gelten. Daher wurde als neues Modell ein Koppelfederelement entwickelt, das die genannten Inkonsistenzen nicht aufweist.

3.) Koppelfederelement zur Modellierung der Stützen bei Flachdecken

Beim Koppelfedermodell wird die elastische Lagerung der Platte nicht durch Einzelfedern wie bei einer elastischen Bettung dargestellt, vielmehr sind die Federn untereinander gekoppelt. Man erhält somit eine Steifigkeitsmatrix für die elastische Lagerung. Diese berücksichtigt sowohl die Biege- wie auch die Vertikalsteifigkeit der Stütze. Das Modell vermeidet Singularitäten der Plattenschnittgrößen und eignet sich somit auch für adaptive Netzverfeinerungen.

Zur Herleitung des Koppelfederelements werden die von der Stütze in die Platte eingeleiteten Spannungen im Finite-Element-Modell der Platte durch äquivalente Knotenkräfte im Sinne des Arbeitsprinzips der Statik dargestellt. Für ein einzelnes Plattenelement erhält man die Knotenkräfte zu $\underline{F}^{(el)} = \int \underline{N} \cdot \underline{p} \cdot dA$ wobei \underline{N} die Interpolationsfunktionen der virtuellen Verschiebungen und \underline{p} die über die Elementfläche veränderliche Flächenlast bedeuten [1]. Die Flächenlasten stellen hier die von der Stütze eingeleiteten Pressungen dar und werden nach Bernoulli linear angesetzt. Summiert man die so erhaltenen Kräfte für alle Plattenelemente, so lässt sich die Gleichung zur Transformation der Stützenendgrößen \underline{F}_{St} in die Knotenkräfte \underline{F}_{Pl} des Plattenmodells angeben zu:

$$\underline{F}_{Pl} = \underline{I}^T \cdot \underline{F}_{St} \quad (1)$$

Eine entsprechende Transformationsbeziehung erhält man auch für die Knotenverschiebungen \underline{w}_{Pl} der Platte und die Freiheitsgrade \underline{w}_{St} am Stützenkopf:

$$\underline{w}_{St} = \underline{I} \cdot \underline{w}_{Pl} \quad (2)$$

Die Steifigkeit der Stütze wird mit der vertikalen Verschiebungsfeder k_z und den Drehfedern $k_{\xi\xi}$ und $k_{\eta\eta}$ um die beiden Hauptachsen des Stützenquerschnitts beschrieben zu:

$$\begin{bmatrix} F_z \\ M_\eta \\ M_\xi \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_z & 0 & 0 \\ 0 & k_{\eta\eta} & 0 \\ 0 & 0 & k_{\xi\xi} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} w_z \\ \phi_\eta \\ \phi_\xi \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\underline{F}_{St} = \underline{K}_{St} \cdot \underline{w}_{St} \quad (3a)$$

Die auf die Knotenpunkte der Platte bezogene Steifigkeit lässt sich nun durch Transformation der Kraftgrößen mit (1) und der Verschiebungsgrößen mit (2) leicht ermitteln zu

$$\underline{F}_{Pl} = \underline{K}_{Pl} \cdot \underline{w}_{Pl} \quad (4)$$

wobei

$$\underline{K}_{Pl} = \underline{I}^T \cdot \underline{K}_{St} \cdot \underline{I} \quad (5)$$

die Steifigkeitsmatrix des Koppelfederelements bedeutet. Nach der Lösung der globalen Systemgleichungen werden die Schnittgrößen am Stützenkopf ermittelt zu:

$$\underline{F}_{St} = \underline{K}_{St} \cdot \underline{w}_{St} = \underline{K}_{St} \cdot \underline{I} \cdot \underline{w}_{Pl} \quad (6)$$

Die Herleitung eines Koppelfederelements für ein einzelnes Plattenelement findet sich in [4], eine umfassendere Darstellung in [5]. Der Vorteil dieser Vorgehensweise liegt darin, dass einerseits numerisch ungünstige starre Elemente vermieden werden und auf der anderen Seite eine Modellierung der Kopplung zwischen der Biege- und Vertikalsteifigkeit der Stütze möglich ist. Setzt man die Drehfedern zu Null, so werden wie beim Flüssigkeitskissenmodell nur Normalkräfte in die Stütze eingeleitet und die Pressungen am Stützenkopf sind konstant.

Computerorientierte baustatische Berechnung von Stahlbetondecken

Ein neues Verfahren zur konsistenten Modellierung von Stützen

4.) Flachdecken ohne Pilzkopfverstärkung

Die Genauigkeit der Schnittgrößen hängen nicht nur vom Tragwerksmodell der Stützenlagerung sondern auch von der gewählten Finite-Element-Diskretisierung, insbesondere im Umfeld der Stütze ab. Folgende Einflüsse werden anhand von Beispielen an einer regelmäßigen Flachdecke mit quadratischem Stützenraster der Seitenlänge ℓ in [6] untersucht:

- Finite-Element-Diskretisierung der Platte über dem Stützenquerschnitt
- Finite-Element-Diskretisierung der Platte im Stützenumfeld
- Elementanzahl zwischen zwei Stützen im Deckenfeld
- Einfluss der Größe der elastischen Bettung
- Einfluss der Kopplung der Federn aus Normal- und Biegebeanspruchung

Bild 1 zeigt den Ausschnitt eines Feldes. Die Querdehnzahl beträgt $\mu = 0,2$, die Bettungszahl wurde zu $6 \cdot E/\ell$ gewählt, wobei E der Elastizitätsmodul und die Stützweite bedeuten, und das Verhältnis von Plattendicke zu Stützweite ist $1/30$. Alle Berechnungen wurden mit einem Schubweichen Plattenelement mit Verschiebungsansatz nach [3] durchgeführt.

Bild 1

Finite-Elemente-Diskretisierung der Platte über dem Stützenquerschnitt

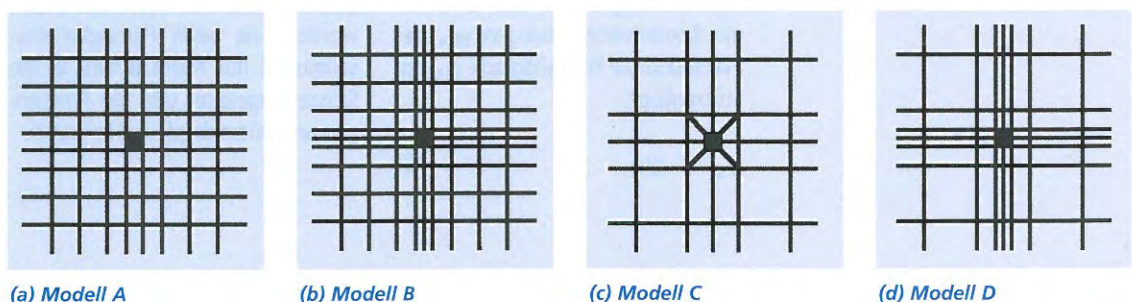


Tabelle 1

Einfluss der Diskretisierung der Platte über der Stütze auf die Ergebnisse

	Modell A (1 Element)	Modell B (4 Elemente)
Anschnittsmomente $m_y / (q \cdot \ell^2)$	-0.203	-0.233
Integrierte Stützmomente $M_y / (q \cdot \ell^3)$	-0.0712	-0.0768
Integrierte Feldmomente $M_y / (q \cdot \ell^3)$	0.0416	0.0417

Im Modell A ist die Stützenfläche mit einem Finiten Element abgebildet, während in Modell B hierfür vier Elemente vorgesehen sind. In Tabelle 1 werden die Anschnittsmomente und die integrierten Momente M_y im Feld und über der Stütze verglichen. Das Beispiel zeigt, dass eine Elementierung der Platte über der Stütze mit vier Elementen für eine ausreichende Genauigkeit erforderlich ist.

Das unmittelbare Umfeld der Stütze wird in [6], [7] mit den beiden Finite-Element-Modellen C und D, die beide vier Elemente im Stützenkopfbereich vorsehen, untersucht. Da-

nach liefert das Finite-Element-Modell C im Schnitt über die Stützen auch bei einer recht groben Diskretisierung mit einer Einteilung der lichten Stützweite in 6 Elemente noch gute Ergebnisse, während das beim Finite-Element-Modell D erst bei der Einteilung in 12 Elemente der Fall ist. Auf die Momente im Feld hat die Finite-Element-Diskretisierung im unmittelbaren Stützenumfeld keinen nennenswerten Einfluss. Empfohlen werden kann daher eine Einteilung der lichten Stützweite von 6-10 Elemente in Verbindung mit dem Finite-Element-Modell C im Stützenumfeld.

Computerorientierte baustatische Berechnung von Stahlbetondecken

Ein neues Verfahren zur konsistenten Modellierung von Stützen

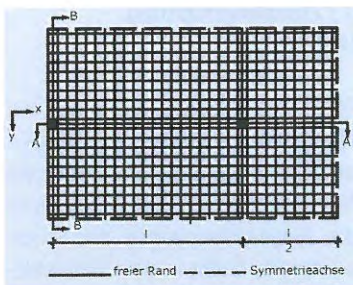
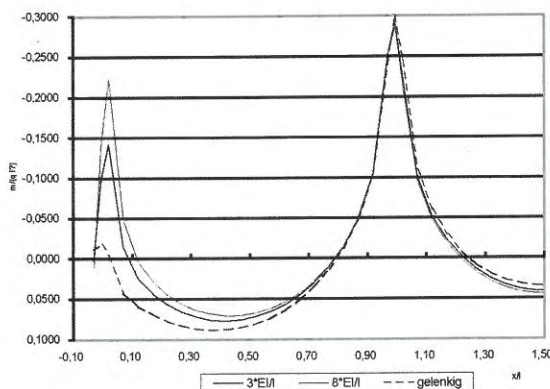


Bild 2

Flachdecke
mit freiem Rand

Bild 3

Momente m_x mit
Federelement bei
unterschiedlicher
Wahl der Dreh-
federsteifigkeit



Der Einfluss der Größe der elastischen Bettung und der Kopplung von Biege- und Normal-Spannungen wird am Beispiel des in Bild 2 dargestellten Plattenstreifens mit einem freien Rand untersucht. Bild 3 zeigt die Momente im Schnitt A-A für eine Koppelfeder, wobei die Biegefederkonstanten zwischen 0 (gelenkige Lagerung) und $8 \cdot EI/h = 16 \cdot EI/l$ (entsprechend zwei eingespannten Stützen der Höhe $l/2$ oben und unten) variiert wurde. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Größe der Bettungszahl bei elastischer Bettung nur bei der Randstütze nicht aber bei der Innenstütze merklich auswirkt. Weiterhin stimmen nach [6] die Ergebnisse des Koppelfedermodells mit denjenigen der elastischen Bettung an der Innenstütze gut überein. An der Randstütze gilt dies aber nur, wenn die Bettungszahl aufgrund der Biegesteifigkeit der Stütze, also beispielsweise für eine gelenkig gelagerte Einzelstütze mit $3 \cdot E/h = 6 \cdot EI/l$, nicht aber mit $E/h = 2 \cdot EI/l$ (Normalkraftsteifigkeit) bestimmt wurde. Dies bedeutet, dass grundsätzlich das Koppelfedermodell vorzuziehen

ist, da hiermit die Steifigkeit aus der Normalkraft- und der Biegeverformung immer zutreffend erfasst wird. Ist aber in dem verwendeten Programm kein Koppelfedermodell verfügbar, sollte die Stütze mit einer elastischen Bettung, deren Bettungszahl der Biegesteifigkeit entspricht, abgebildet werden.

5.) Flachdecken mit Pilzkopfverstärkung

Bei Flachdecken mit Pilzkopfverstärkungen gelten ebenfalls die oben angegebenen Empfehlungen. Darüber hinaus ist auch der verstärkte Plattenbereich ausreichend fein zu diskretisieren. Bild 4 zeigt einen Ausschnitt aus einer regelmäßigen Flachdecke mit Pilzkopfverstärkungen. Der Einfluss der Diskretisierung wird am Beispiel einer Platte mit einem Stützenraster von $l_x = l_y = 6 \text{ m}$, einer Plattenstärke von 20 cm , einem quadratischen Stützenquerschnitt mit $d = 30 \text{ cm}$ und einer Verstärkung von $d_p = 2,0 \cdot d_{pl}$ in einem quadratischen Bereich von $l_{pilz} = 0,3 \cdot l_x$ untersucht. Die Stütze wird durch 4 elastisch gebettete Elemente mit einer Bettungszahl von $3 \cdot E/l$ dargestellt. Die Momente in einem Viertel der Platte sind für verschiedene regelmäßige Diskretisierungen des Plattenfeldes Bild 5 dargestellt. Bei einer Elementierung mit 10 Elementen zwischen den Auflagern, die einer Unterteilung des Abstandes zwischen dem Rand des

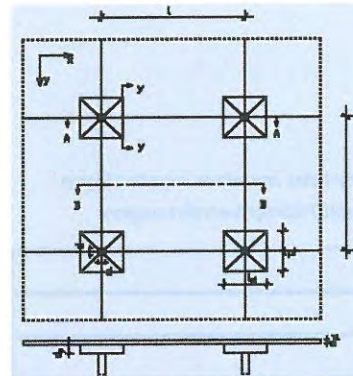


Bild 4

Ausschnitt aus einer
regelmäßigen Flachdecke
mit Pilzkopfverstärkungen

verstärkten Bereichs und dem Stützenrand in 2 Elemente entspricht, sind die Ergebnisse ungenauer als bei einer Unterteilung in 20 bzw. 40 Elemente. Integriert man die Momente zu resultierenden Momenten auf, so sind die Unterschiede allerdings praktisch unbedeutend (vgl. Tabelle 2). Dennoch erfordert im allgemeinen die Pilzkopfverstärkung geringere Elementgrößen als dies bei Decken ohne Pilzkopfverstärkung der Fall ist. Der Momentensprung am Rand der Pilzkopfverstärkung kann aus der Momenten-Krümmungs-Beziehung hergeleitet werden. Links und rechts des Randes Y-Y sind nämlich die Krümmungen $\kappa_{y,v}$ und $\kappa_{y,p}$ sowie die Momente $m_{x,v}$ und $m_{x,p}$ jeweils gleich. Man erhält hieraus das Verhältnis der Momente $m_{x,v}$ und $m_{x,p}$ im verstärkten und im unverstärkten Bereich zu:

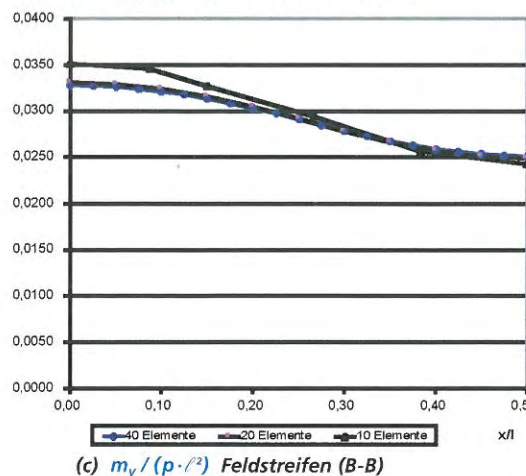
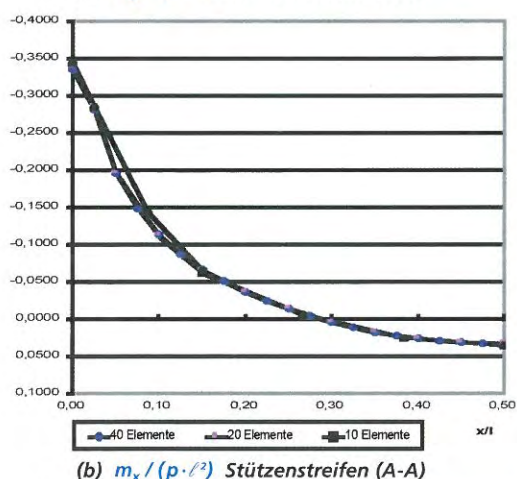
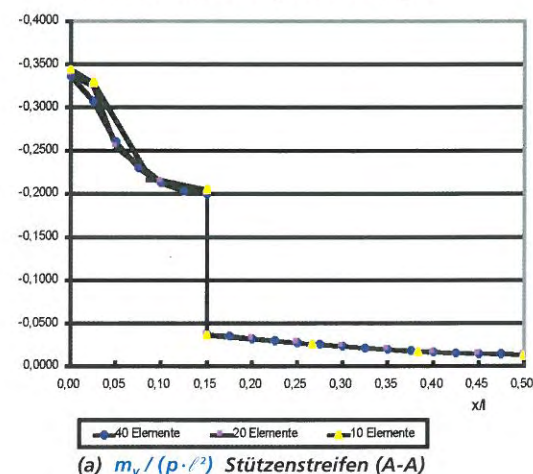
$$\frac{m_{x,v}}{m_{x,p}} = \left(\frac{h_v}{h_p} \right)^3 \left/ \left[1 + \mu \cdot \left(\left(\frac{h_v}{h_p} \right)^3 - 1 \right) \cdot \frac{m_{x,v}}{m_{y,v}} \right] \right. \quad (7)$$

Für die Querdehnzahl $\mu = 0$ ist das Verhältnis zwischen dem Moment in der Verstärkung und der Platte $(h_v/h_p)^3$. Für $\mu = 0$ hängt der Momentensprung vom Verhältnis der Momente $m_{x,v}$ und $m_{y,v}$ in x- und y-Richtung im verstärkten Bereich ab (Tabelle 3).

Computerorientierte baustatische Berechnung von Stahlbetondecken Ein neues Verfahren zur konsistenten Modellierung von Stützen

Bild 5

Momente m_y bzw. m_x einer regelmäßigen Flachdecke mit Pilzkopfverstärkungen



6.) Regelmäßige Flachdecke mit Pilzkopfverstärkung

Die Pilzkopfverstärkung ist für die Verteilung der Momente in der Platte von großer Bedeutung. Wie dies aus Bild 5 ersichtlich ist, werden in hohem Maße Momente vom Feld in den Pilzkopf verlagert. Für verschiedene Abmessungen des Pilzkopfes sind in Tabelle 4 die integrierten Momente im Feld und über den Stützen für einen Streifen mit der Breite des Pilzes (Stützstreifen) und für die restliche Breite (Feldstreifen) angegeben. Mit zunehmender Breite und Dicke der Pilzkopfverstärkung wird der Anteil des Stützmomentes am Gesamtmoment größer. Das Gesamtmoment aus Stütz- und Feldmoment im Stütz- und Feldstreifen beträgt aus Gründen des Gleichgewichts am Gesamtsystem ca. $M_{\text{tot}} = q \cdot l^3 / 8$. Die geringe Abweichung gegenüber diesem Wert beruht vor allem auf der Verringerung der Stützweite infolge der flächenhaften Lagerung und wird auch von der Größe der Bettungszahl bei elastischer Bettung bzw. der Größe der Federn beim Koppelfedermodell beeinflusst.

7.) Zusammenfassung und Ausblick

Zur Modellierung von Stützen bei Flachdecken wird ein Koppelfedermodell vorgestellt, das sowohl die Normalkraftverformungen wie auch die Biegeverformungen der Stütze wiedergibt. Steht in dem verwendeten Programm kein Koppelfedermodell zur Verfügung, sollte die Stütze mit einer elastischen Bettung, deren Bettungszahl der Biegesteifigkeit entspricht, abgebildet werden. Die in die Stütze eingeleiteten Momente müssen dann aus der Verformung der Federn von Hand ermittelt werden. Dies ist insbesondere bei Rand- und Eckstützen von Bedeutung, um die dort auftretenden Einspanneffekte zu erfassen. Flachdecken mit Pilzkopfverstärkungen reagieren auf die Größe der elastischen Lagerung empfindlicher als solche ohne Pilzkopfverstärkung. Das Konzept der Koppelfedermatrix lässt sich auch auf andere Fälle erweitern, bei denen Tragwerksteile mit unterschiedlichem Modellierungsgrad von Schnittgrößen und Spannungen zusammentreffen wie z.B. bei Stützen in Scheibentragwerken.

Tabelle 2

Über die Stützweite l_x integrierte Plattenmomente $m_y / (p \cdot l_x^2)$ einer Pilzdecke $l_p = 0,3 \cdot l$

Diskretisierung eines Plattenfeldes	10x10	20x20	40x40
Stützmomente Schnitt A-A	-0.0928	-0.0906	-0.0896
Momentensumme der Schnitte A-A + B-B	0.1226	0.1198	0.1186

Tabelle 3

Momentensprung $\frac{m_{y,v}}{m_{y,p}}$ am Rand der Pilzkopfverstärkung für $\mu = 0.2$

$m_{x,v} / m_{y,v}$	0.00	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00
$\frac{h_v}{h_p}$								
1.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.5	3.38	2.73	2.49	2.29	1.97	2.12	1.84	1.73
2.0	8.00	4.71	3.90	3.33	2.58	2.91	2.32	2.10
2.5	15.63	6.35	4.89	3.98	2.90	3.36	2.55	2.28
3.0	27.00	7.50	5.51	4.36	3.07	3.60	2.67	2.37

Computerorientierte baustatische Berechnung von Stahlbetondecken

Ein neues Verfahren zur konsistenten Modellierung von Stützen

Pilllänge	Pilldicke	Integrierte Momente					
		M_{ST_Pill}	M_{ST_Feld}	$M_{ST_Pill} + M_{ST_Feld}$	M_{FE_Pill}	M_{FE_Feld}	$M_{FE_Pill} + M_{FE_Feld}$
0,20 ℓ	1,0d _{pl}	- 0,0387 50,2 %	- 0,0384 49,8 %	- 0,0771	0,0101 24,3 %	0,0314 75,7 %	0,0416
	1,5d _{pl}	- 0,0524 63,6 %	- 0,0300 36,4 %	- 0,0824	0,0086 23,6 %	0,0278 76,4 %	0,0364
	2,0d _{pl}	- 0,0596 70,4 %	- 0,0250 29,6 %	- 0,0846	0,0080 23,4 %	0,0262 76,6 %	0,0342
	2,5d _{pl}	- 0,0634 74,1 %	- 0,0222 25,9 %	- 0,0856	0,0078 23,5 %	0,0254 76,5 %	0,0332
0,30 ℓ	1,0d _{pl}	- 0,0494 64,1 %	- 0,0276 35,9 %	- 0,0771	0,0149 35,8 %	0,0266 64,2 %	0,0416
	1,5d _{pl}	- 0,0654 76,4 %	- 0,0202 23,6 %	- 0,0856	0,0114 34,5 %	0,0216 65,5 %	0,0330
	2,0d _{pl}	- 0,0740 82,6 %	- 0,0156 17,4 %	- 0,0896	0,0098 33,6 %	0,0194 66,4 %	0,0292
	2,5d _{pl}	- 0,0788 86,0 %	- 0,0128 14,0 %	- 0,0916	0,0090 33,1 %	0,0182 72,9 %	0,0272
0,40 ℓ	1,0d _{pl}	- 0,0573 74,3 %	- 0,0198 25,7 %	- 0,0771	0,0194 46,6 %	0,0221 53,4 %	0,0416
	1,5d _{pl}	- 0,0748 84,2 %	- 0,0140 15,8 %	- 0,0888	0,0134 44,7 %	0,0166 55,3 %	0,0300
	2,0d _{pl}	- 0,0844 89,6 %	- 0,0098 10,4 %	- 0,0942	0,0104 42,6 %	0,0140 57,4 %	0,0244
	2,5d _{pl}	- 0,0896 92,4 %	- 0,0074 7,6 %	- 0,0970	0,0092 41,8 %	0,0128 58,2 %	0,0220

Tabelle 4

Integrierte Momente
beim Innenfeld einer
regelmäßigen,
quadratischen
Pilldecke

M_{ST_Pill} = Stützmoment im Pillstreifen

M_{ST_Feld} = Stützmoment im Feldstreifen

M_{FE_Pill} = Feldmoment im Pillstreifen

M_{FE_Feld} = Feldmoment im Feldstreifen

Literatur

- [1] Werkle H.,
Finite Elemente in der Baustatik,
Vieweg, Wiesbaden, 1995
- [2] Ramm E., J. Müller,
Flachdecken und Finite
Elemente – Einfluss des Rechen-
modells im Stützenbereich,
Finite Elemente – Anwendungen
in der Baupraxis, Bochum 1988,
Ernst & Sohn, Berlin, 1988
- [3] SEPP, Statik ebener Platten,
Handbuch, Sofistik GmbH,
Oberschleißheim, 1998
- [4] Roy, A.,
Analysis and behaviour study
of flat slabs by finite element
method, Master Thesis,
Indian Institut of Technology,
Delhi, Indien, angefertigt an der
Fachhochschule Konstanz,
Referent: Prof. Dr.-Ing. H. Werkle,
1997
- [5] Werkle H.,
Konsistente Modellierung von
Stützen bei der Finite-Element-
Berechnung von Flachdecken,
Bautechnik, Ernst & Sohn, Berlin,
2000
- [6] Sutter, J.,
Finite-Element-Berechnung
von Flachdecken mit Pillkopf-
verstärkung, Diplomarbeit,
Fachhochschule Konstanz,
Referent: Prof. Dr.-Ing. H. Werkle,
2000
- [7] Werkle H., J. Sutter,
Zur Berechnung regelmäßiger
Flachdecken mit Pillkopf-
verstärkung, (in Vorbereitung)

Elektromechanischer Teleskopaktuator TA

von Michael Butsch

Auf kleinstem Bauraum wird beim Teleskopaktuator TA der elektrische Antriebsmotor, ein Übersetzungsgetriebe sowie eine neuentwickelte Planetenrollenspindel integriert.

Das Teleskoprohr – ein Rohr mit Innengewinde – umschließt die Planetenrollen des Spindelsystems und führt die Axialbewegung aus. Im eingefahrenen Zustand liegt das Gehäuse des Motorgetriebes im Teleskoprohr, so dass sich eine sehr kurze Baulänge bei großem Hub ergibt. Hinsichtlich der erzielbaren Kräfte und des äußeren Aufbaus erinnert der TA stark an einen Hydraulikzylinder. Vorteile des TAs sind die Kompaktheit, Schlupffreiheit, ein sehr hoher Wirkungsgrad und große erzielbare Axialkräfte.

Der TA wurde bereits auf einer VDI-Tagung in Wiesloch /1/ und auf dem 4th World Congress on Gearing and Power Transmission in Paris /2/ vorgestellt.

1. Beschreibung des neuen Planetenrollensystems TA am Anwendungsbeispiel „Schließ-einheit Spritzgießmaschine“

„Die Entwicklung vollelektrischer Spritzgießmaschinen stellt eine der bedeutendsten Innovationen auf dem Gebiet der Antriebstechnik von Spritzgießmaschinen dar“ führt Rubers von der RWTH Aachen in /3/ aus. „Hierbei wird auf die Hydraulik als bislang dominierendes System zur Leistungsübertragung und Leistungswandlung vollständig verzichtet. Stattdessen werden alle für den Prozessablauf auszuführenden Funktionen dezentral über separate

Drehstrom-Servomotoren angetrieben und mittels mechanischer Getriebe der jeweiligen Abtriebsbewegung angepasst.

Die Vorteile des vollelektrischen Antriebskonzeptes gegenüber dem hydraulischen System liegen insbesondere begründet in einem reduzierten Energieverbrauch durch einen höheren Wirkungsgrad, einer besseren Reproduzierbarkeit durch exaktere Regelbarkeit und einer verminderten Geräuschkentwicklung der bedarfsorientiert arbeitenden Motoren.“

Das Bild 1 /2/ zeigt eine mögliche Anwendung des TA am Beispiel einer vollelektrischen Spritzgießmaschine der Fa. Arburg. Zwei wesentliche Bewegungsphasen sind beim Schließen und Öffnen des Werkzeugs zu unterscheiden:

- schnelles Verfahren zum Öffnen und Schließen der Form,
- geringer Verfahrenweg mit stark ansteigender Kraft beim Schließen sowie
- kurzzeitig hohe Kraft beim Öffnen der Form nach dem Spritzvorgang (der Kunststoff „verklebt“ die beiden Formhälften).

An das Spindelsystem werden hohe Anforderungen gestellt. Beim schnellen Verfahren muss eine gleichförmige Bewegung realisiert werden, um Schwingungen zu vermeiden, und die Geräuschemissionen müssen auf niedrigem Niveau bleiben. Die hohen Kräfte beim Schließvorgang und beim Öffnen stellen insbesondere an die Wälzkörper der Spindeln höchste Anforderungen.



Prof. Dr.-Ing. Michael Butsch

- Promotion auf dem Gebiet der Wirkungsgradoptimierung von Hochleistungsgetrieben
- Industrietätigkeit als Konstruktionsleiter der alpha getriebebau GmbH
- Seit 1993 Professor an der Fachhochschule Konstanz; Lehre auf dem Gebiet der Maschinenelemente, Fertigungsverfahren und der Kfz-Technik
- FuE bei Robotergetrieben, bei Fahrzeuggetrieben sowie bei aktiven Implantaten

Teleskopaktuator (Prinzipdarstellung)

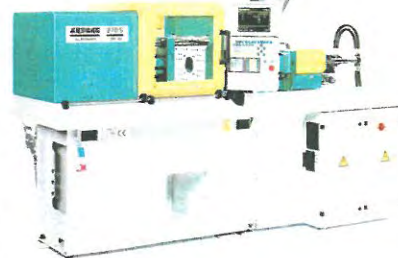
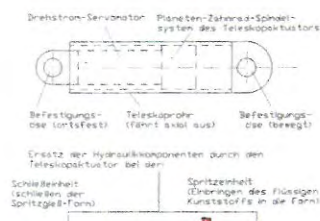


Bild 1

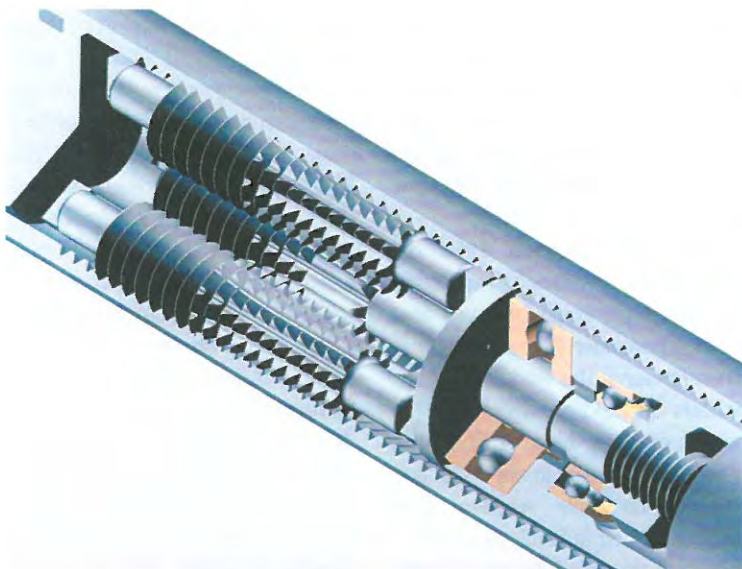
Aufbau einer Spritzgießmaschine

Quelle: Fa. Arburg, Loßburg

Elektromechanischer Teleskopaktuator TA

Bild 2

Teleskopaktuator TA



1.1 Mechanischer Aufbau des TA

Handelsübliche Kugelrollspindeln haben besonders durch eine ungleichförmige Bewegung der Kugeln Nachteile hinsichtlich des Geräuschverhaltens. Außerdem begrenzen die Kugeln die Tragfähigkeit der Einheit. Planetenrollenspindeln haben bei gleichem Bauvolumen eine deutlich höhere Tragfähigkeit als Kugelrollspindeln, jedoch sind bei bisherigen Konstruktionen – insbesondere bei den Verfahrgeschwindigkeiten – technische Grenzen gesetzt.

Bei verschiedenen Ausführungsformen wandern die Rollen beim Betrieb in axialer Richtung, was durch Ausrück- oder Rücksetzvorrichtungen ausgeglichen werden kann. Dadurch sind aber nur Drehzahlen bis maximal 3000 min^{-1} möglich. Bei Ausführungen ohne Ausrück- oder Rücksetzvorrichtungen ist eine mehrgängige Spindelstange erforderlich.

Das Bild 2 zeigt das neuartige elektromechanische System eines Teleskopaktuator /4/. Bei dieser konstruktiven Variante wird auf die Welle des Motors ein Zahnrad adaptiert, mit dem mehrere Rollen ähnlich einem Planetengetriebe im Eingriff stehen. Die Rollen besitzen zusätzlich zum Bereich mit der Verzahnung einen Bereich mit Gewinde oder Rillen. Dieser zweite Bereich greift in ein Gewinde einer Mutter oder in Rillen einer Mutter ein. Die Profilierung der Mutter wird in das im weiteren „Teleskoprohr“ genannte Teil gefertigt. Bei axial ortsfester Führung der Rollen in einem Käfig führt das Teleskoprohr die gewünschte axiale Bewegung aus.

Bei hohen Verfahrgeschwindigkeiten und damit einer gewünschten, kleinen Übersetzung kann der Käfig, in dem die Rollen axial geführt werden, auch direkt angetrieben werden.

Der Teleskopaktuator besitzt die folgenden Vorteile:

- schlupffreie Wandlung der Drehbewegung des Motors in eine Axialbewegung,
- Tragfähigkeiten ähnlich einem Hydraulikzylinder mit einem Systemdruck von 150 bar,
- im System liegen Roll-Wälzkontakte vor, so dass hohe Wirkungsgrade erreichbar sind,
- alle Teile des Teleskopaktuator bewegen sich gleichförmig, so dass nur geringe Geräusch- anregungen auftreten,
- das System kann „rückwärts“ selbsthemmend sein; es muss dann zum Halten einer Position unter Last keine Energie zugeführt werden (bei Hydraulik- zylindern muss ständig der Systemdruck erzeugt werden),
- Positionieraufgaben können über den Motor regelungstechnisch einfach realisiert werden,
- die Baulänge des Motors kann bei einem größer als der Außendurchmesser des Motors gewählten Innendurchmesser des Teleskoprohrs zum Ausfahren des Teleskoprohrs genutzt werden,
- elektrische Energieversorgung z.B. durch einen Drehstrom-Servomotor.

Im Rahmen eines Entwicklungsprojektes wurde an der Fachhochschule Konstanz ein Spindelsystem entwickelt, das dynamisch für das schnelle Verfahren mit 30 kN belastet werden kann. Das Teleskoprohr hat einen Außendurchmesser von 190 mm, für den Motor stehen 120 mm im Durchmesser zur Verfügung /5/. Für den zur Verfügung stehenden Bauraum wurde ein Haupt-Spindel- motor gewählt, der bei knapp 8 kW Leistung ein Drehmoment von $22,5 \text{ Nm}$ liefert. Dieser Drehstrommotor mit entsprechendem Umrichter- modul hat eine ausreichende Dynamik. Die Regelung erfolgt über einen Encoder.

Elektromechanischer Teleskopaktuator TA

1.2 Berührgeometrie und Tragfähigkeit der Spindelteile

Bei den geometrischen Betrachtungen interessieren die Lage der Berührungspunkte sowie die Krümmungen in den Berührungspunkten. Mit Hilfe des Mathematikprogramms Mathematica wurde von Janetzko /6/ die Kontaktgeometrie der Zentralrolle und Planetenrolle sowie des Teleskop-Gewinderohrs und der Planetenrolle nachgebildet (Bild 3 und 4).

Aus den Krümmungen können für die Tragfähigkeitsberechnungen die hertzschen Pressungen ermittelt werden.

Der Kontakt Planetenrolle - Teleskoprohr hat Ähnlichkeit mit einem Schneckengetriebe. Das Gewinde des Teleskoprohrs ist vergleichbar mit der Verzahnung des Schneckenrades. Die aktuellen Arbeiten in Konstanz zielen auf die Übertragung der auf dem Feld der Schneckengetriebe gefundenen Berechnungsgrundlagen und Werkstoffkennwerte auf das vorgestellte neue Planetenrollensystem des TA. Zusätzlich werden Finite-Element-Untersuchungen durchgeführt. Ein Beispiel der Berechnungsergebnisse zeigt das Bild 5.

2. Anwendung des TA für langsame Linearbewegungen in der Medizintechnik

In der Knochenchirurgie besteht seit längerem der Wunsch nach einer operativen Verlängerung der Extremitäten. In unserem Jahrhundert führte Codvilla /7/ erstmals eine erfolgreiche Beinverlängerung durch, indem er über Drähte durch Zug und Gegenzug eine Distraction bewirkte.

Ilisarov /8/ beschrieb 1956 die Möglichkeit, das Knochenwachstum im Bereich der Epiphysenfugen oder nach schonender Osteotomie (Knochentrennung) des Röhrenknochens mittels Distraction anzuregen. Er setzte erstmals diese Idee mittels eines Ringfixateurs in die Praxis um. Die Knochenteile werden über Drähte an den außenliegenden Ringen befestigt. Mit Hilfe von Spindelsystemen können die Ringe zueinander bewegt werden. Die Weiterentwicklungen der letzten Jahrzehnte beschränken sich ausschließlich auf die Modifikation des äußeren Fixierungssystems.

Entscheidender Nachteil dieser bisherigen Systeme der Knochenverlängerung sind:

- ein erhebliches Infektionsrisiko aufgrund der nach außen führenden Drähte,
- ein hoher Misskomfort für den Patienten durch die außenliegenden Ringe,
- ein unschönes kosmetisches Ergebnis wegen der Narbenbildung.

Professor Dr. A. Betz vom Klinikum Konstanz und Dr. Baumgart haben festgestellt, dass auch bei teilweise entferntem Knochenmark das Knochenmaterial aufgrund der Versorgung durch die Knochenhaut hervorragend während der Distraction nachwächst. Es ist also bei einer Trümmerfraktur oder einem tumorbedingten Knochenschaden wichtig, dass die Weichteildefekte des Patienten zunächst saniert werden. Dies kann zu einer temporären Verkürzung der Extremität führen. In einem zweiten Schritt kann dann die Längskorrektur in gesunder Weichteilumgebung erfolgen.

Bei der Erfindung von Betz und Baumgart /9/ wird in die Markhöhle des Röhrenknochens ein Getriebemotor mit einfacher Mutter-Spindel-Kombination implantiert. Diese Komponenten der zentralen Distaktions-spindel befinden sich in einem Marknagel, der zur Stabilisierung der Knochenteile dient und dem Patienten eine beschränkte Belastbarkeit der Extremität erlaubt. Durch den Einsatz des TA konnte der Wirkungsgrad deutlich verbessert und eine teleskopartige Distaktionsbewegung erreicht werden. Ähnlich dem Prinzip der Energieversorgung bei Herzschrittmachern wird einmal am Tag der Motor mit Energie versorgt, und es erfolgt eine schmerzlose Verschiebung der Knochenteile mit der Vorschubbewegung von einem Millimeter. Diese Vorschubgeschwindigkeit erlaubt die Regeneration des Knochens sowie des Weichteilmaterials.

Bild 3 und 4

Berührgeometrie der Spindelteile

Planetenrolle-Zentralrolle (Bild 3 links)

Planetenrolle-Teleskoprohr (Bild 4 rechts)

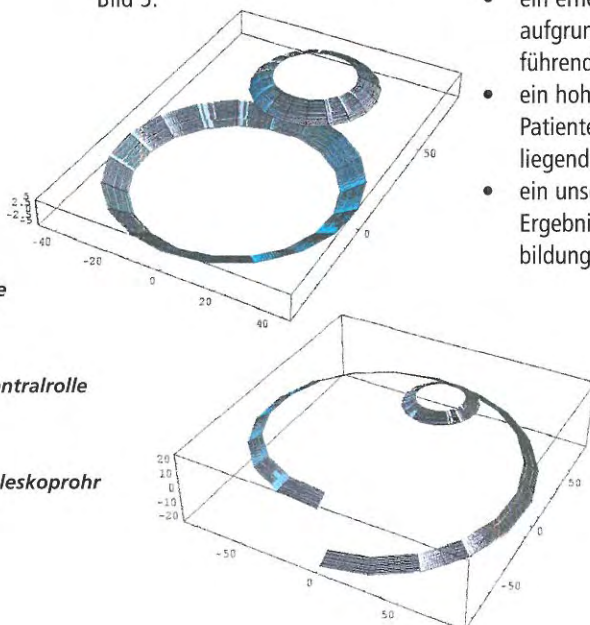
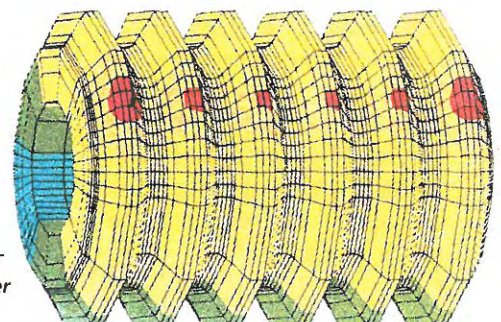


Bild 5

Finite-Element-Berechnung der Planetenrolle



Elektromechanischer Teleskopaktuator TA

Nach erfolgreicher Knochenregenerierung wird das mechanische System wieder aus dem Körper entfernt. Ein riesiges Anwendungsgebiet erschließt sich auch in der plastischen und Wiederherstellungs-Chirurgie bei der Behandlung von uni- und bilateralem Minderwuchs.

Zusammenfassend zeichnet sich das System eines Marknagels mit der motorisch betriebenen, zentralen Distraktionsspindel TA durch die folgenden Vorteile aus:

1. knöcherne Defektüberbrückung ohne autogene und allogene Knochentransplantate,
2. minimales Infektionsrisiko wegen der vollständigen Implantierbarkeit,
3. Erhalt der biomechanisch wichtigen Markhöhle,
4. Behandlungskomfort während der Knochenneubildungsphase,
5. kosmetisch gutes Ergebnis,
6. kurze Hospitalisierungszeiten.

Mit einem neuentwickelten Marknagel auf Basis des TA konnte folgendes erreicht werden:

- die deutliche Verbesserung des Wirkungsgrades von Getriebe und Spindel der zentralen Distraktionsspindel,
- die Optimierung des stabilisierenden Marknagelrohrs im Hinblick auf dessen anatomisch richtige Krümmung und Festigkeit,
- die teleskopartige Gestaltung des Marknagels und
- eine weitere Miniaturisierung aller Komponenten.



Bild 6

Implantierter
Teleskopaktuator TA

Der Einsatz der Planeten-Rollenspindel TA hat die Reibung wesentlich reduziert. Eine hohe Gleitreibung tritt bei der einfachen Mutter-Spindel-Kombination auf und muss vom Motorgetriebe überwunden werden. Dagegen muss bei einer Planeten-Rollenspindel im Wesentlichen nur die geringe Rollreibung aufgebracht werden.

Zur Realisierung der extrem langsamen Linearbewegung wird in das Teleskoprohr ein Motor-Getriebe der Fa. Faulhaber eingebracht. Der Gleichstrommotor ist mit einem Getriebe kombiniert, das eine Übersetzung von über 60.000 besitzt.

Im Bild 6 ist rechts der verwendete TA 16 mit Außendurchmesser 16 mm zu sehen. Als Hintergrund wurde eine Röntgenaufnahme verwendet, auf der ein distrahierter Oberschenkelknochen erkennbar ist.

2.1 Wirkungsgradermittlung

Ein neu aufgebauter Teststand an der Fachhochschule Konstanz dient zur Wirkungsgradermittlung und zur Durchführung von Lastversuchen. Dazu müssen die Ein- und Ausgangsleistungen ermittelt werden. Die Eingangsleistung berechnet sich aus den Messgrößen Drehmoment und Drehzahl, die abgegebene Leistung aus Kraft und Weggradient (Geschwindigkeit). Da während der Distraktion auch Querkräfte auftreten können, wurden entsprechende Versuche durchgeführt. Bild 7 zeigt das Verlustmoment der Planetenrollenspindel bzw. den Wirkungsgrad. Der Wirkungsgrad ist bei zunehmender axialer Belastung nahezu konstant und fällt bei Querkraftbelastungen bis 150N linear, ohne dass es zum Systemstillstand kommt.

Elektromechanischer Teleskopaktuator TA

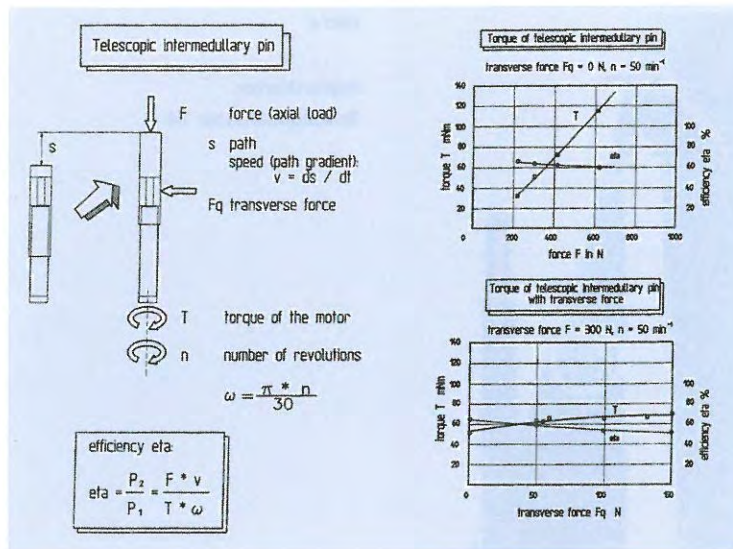


Bild 7

Wirkungsgradermittlung
ohne und mit Querkraft

3 Literaturverzeichnis

- 1/ Betz, A.; Butsch, M.: Elektromechanischer „Hydraulikzylinder“ TAM (Teleskop-Aktuator mit integriertem Elektromotor). Wiesloch: VDI-Tagung „Mechanisch-elektrische Antriebstechnik '97“.
- 2/ Butsch, M.; Stauch, R.: Electro-mechanical telescope linear actuator TA. Paris: 4th World Congress on Gearing and Power Transmission, März 1999.
- 3/ Rubers, Th.: Analyse des Betriebsverhaltens von voll-elektrischen gegenüber hydraulisch angetriebenen Spritzgießmaschinen basierend auf Vergleichsmessungen. Aachen: Dissertation am Lehrstuhl IVK, 1994.
- 4/ Vorrichtung zur Umwandlung einer Dreh- in eine Axialbewegung. München: Patentanmeldung Aktenzeichen 195 24 772.8. Erfinder: Butsch.
- 5/ Butsch, M.; Brehmer, M.: Neue Teleskopaktuatoren für vollelektrische Spritzgießmaschinen. Konstanz: unveröffentlichter Abschlussbericht zu einem BMBF-Förderprojekt, 1997.
- 6/ Janetzko, H.-D.: Beschreibung eines mathematischen Modells zur Bestimmung der hertzschen Pressungen von Planetenrollenspindeln besonderer Bauart. FH Konstanz, unveröffentlichter Bericht 1997.
- 7/ Codvilla, A.: On the means of lengthening in the lower limbs the muscle and tissues are shortened through deformity. Amer. J. orthop. Surg. 2 (1905) 353.
- 8/ Ilisarov, G.A.; Deviatov, A. A.: Operative elongation of the leg with simultaneous correction of the deformities. Orthop. Traumatol. Protez. 30 (1969), 32.
- 9/ Möglichkeiten der Rekonstruktion von Knochendefekten. Baumgart-R; Betz-A; Kessler-S; Kettler-M; Schweiberer-L Orthopade. 1994 Nov; 23(6): 396-403.
- 10/ Betz, A.; Butsch, M.: Rekonstruktive Maßnahmen beim Knochen- und Weichteildefekt unter Anwendung eines vollimplantierbaren Teleskopnagels. Berlin: Deutscher Unfallchirurgenkongress 1999.

CAE-Werkzeuge zur Simulation von Energieversorgungsanlagen

1. SolSim: Simulation von multivalenten Solarsystemen

von Christian Schaffrin

1.1 Einleitung

Der Einsatz regenerativer Energien zur Deckung des Energiebedarfs ist heute bereits, allein betriebswirtschaftlich betrachtet, in Inselanlagen lohnend, d.h. in Anlagen ohne Kopplung mit einem öffentlichen Versorgungsnetz. Da nur in seltenen Fällen der Energiebedarf an das Energieangebot angepaßt werden kann, ist eine hohe, wenn nicht eine totale, Deckungssicherheit gefordert. Da die erneuerbaren Energien jedoch statistischen Schwankungen bezüglich ihres Angebots unterworfen sind, ist in der Regel eine 100% ige Deckungssicherheit zu jedem Zeitpunkt nicht möglich. Eine pauschale Betrachtung der Jahressummen mag zwar eine solche Deckungssicherheit vortäuschen, bei detaillierter zeitlicher Betrachtung werden sich jedoch zeitweise Unterdeckungen ergeben.

Die technische Aufgabe der Auslegung solcher Energiesysteme ist also, die Zeiten und die Höhen der Unterdeckung zu minimieren, ohne die Überdeckung (angebotene Energie, die nicht genutzt werden kann) zu groß werden zu lassen. Dieses Ziel kann durch eine an den Energiebedarf und das Energieangebot (Strahlung, Wind, Wasser u.a.) angepasste Dimensionierung von Energiewandler und -speicher erreicht werden. Ein jahreszeitlich schwankendes Angebot (Angebotsprofil) kann durch Kombination verschiedener regenerativer Energien (multivalente Anlage) ausgeglichen werden.

Die Auslegung solcher multivalenter Anlagen alleine nach technischen Kriterien ist nicht trivial und wird noch dadurch unüberschaubarer, daß die Wirtschaftlichkeit ebenfalls betrachtet werden muß. Die Dimensionierung nach technischen Kriterien und Wirtschaftlichkeitsanforderungen kann durch ein intelligentes Last- bzw. Energiemanagement unterstützt werden. Die Regeln für ein solches Energiemanagement müssen ebenfalls individuell für jede Anlage mit Hilfe der Simulation optimiert werden.

Somit ist SolSim ein Simulationsprogramm, das die Nachbildung, Analyse und Optimierung von autonomen, netzgekoppelten und multivalenten Solarenergieanlagen ermöglicht. Der Begriff Solarenergie ist hier im weitesten Sinne gemeint und schließt alle erneuerbaren Energieträger ein.

1.2 Benutzeroberfläche

Bei der Entwicklung wurde insbesondere auf die Alltagstauglichkeit und eine einfache Bedienung geachtet. Die einzelnen Systemkomponenten lassen sich aus Bibliotheken wählen, womit lange Eingabesetzungen vermieden werden. Der Anwender kann sich so auf die wesentlichen Aspekte einer Anlagenoptimierung konzentrieren, ohne sich in Detailfragen zu verlieren. Eine grafische Benutzeroberfläche mit integrierter kontextsensitiver Hilfe stellt dabei eine einfache und intuitiv erlernbare Bedienung sicher.



Prof. Dr.-Ing. C. Schaffrin
(IAF/EWIS)

1944 geboren

1963 Abitur

1963-1965 Studium Elektrotechnik,
RWTH Aachen

1965-1966 Studium Southampton
University, UK

1966-1970 Studium Nachrichtentechnik,
TU Karlsruhe, Dipl.-Ing.

1970-1975 Promotion (Elektrische
Werkstoffe), TU Karlsruhe, Dr.-Ing.

1975-1983 Entwicklungszentrum Kfz-
Elektrik und Elektronik, Robert Bosch GmbH

seit 1983 Professor FH Konstanz:

Elektr. Werkstoffe, Elektr. Messtechnik,

Leiter des Forschungsschwerpunkts

„Energiewandlung in Solarsystemen“

(IAF/EWIS)

Die umfangreichen Ergebnisdaten – die Ergebnisse lassen sich in stündlichen, täglichen, wöchentlichen oder monatlichen Intervallen ausgeben – wird über ein Tabellenkalkulationsprogramm statistisch und grafisch aufbereitet. Wichtige Systemkennwerte wie z.B. solare Deckungsrate, Nutzungsgrad, Unter-, Überdeckung und Wirkungsgrade werden direkt ermittelt.

CAE-Werkzeuge zur Simulation von Energieversorgungsanlagen

1.3 Systemkomponenten

Folgende Energielieferanten können auf eine gemeinsame Systemschiene geschaltet werden (Bild 1):

- PV-Generator
- Windkraftanlage
- Batterie
- Netzwechselrichter (bidirektional)
- Motorgenerator
- Biomasse- / Biogasanlage (mit BHKW)

geplant sind:

- Wasserkraftwerk
- Wasserstoffspeicher (Elektrolyse mit Brennstoffzelle bzw. BHKW)

Es besteht Zugriffsmöglichkeit auf sämtliche Komponentenparameter, damit nicht nur bereits auf dem Markt befindliche Systemkomponenten simuliert, sondern die einzelnen Anlagenkomponenten auch individuell erstellt werden können.

Das **PV-Generator-Modell** ermittelt über den aktuellen Sonnenstand und die Einstrahlungswerte (direkt/diffus) den Energieertrag eines fest montierten und beliebig geneigten bzw. eines ein- oder zweiachsig nachgeführten Panels. Das Bodenalbedo geht ebenfalls in den Simulationsalgorithmus mit ein. Für den Betrieb im Punkt der maximalen Leistungsausbeute ist eine sogenannte Maximum-Power-Point-Regelung wahlweise zu- oder abschaltbar. Über eine Optimierungsrechnung läßt sich der günstigste Anstellwinkel eines Moduls ermitteln, wobei durch Eingabe eines Horizontprofils Abschattungen des Generators berücksichtigt werden. Die Nachführung kann kontinuierlich oder in einstellbaren Zeitschritten erfolgen.

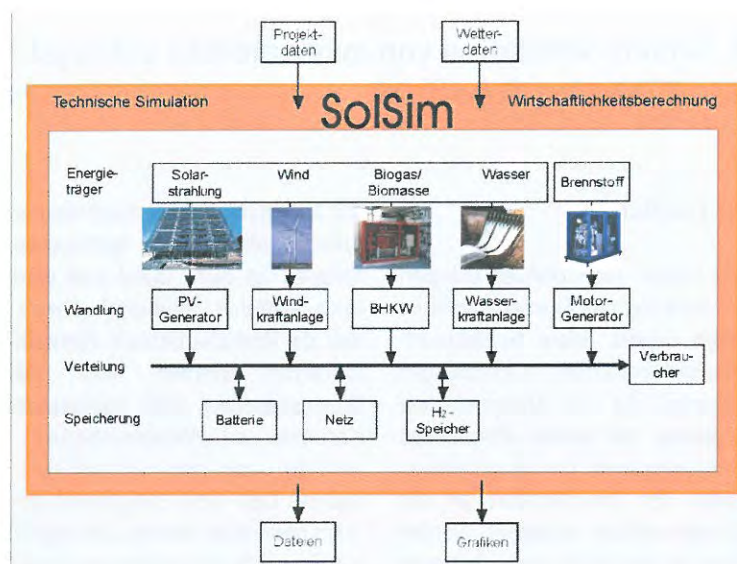


Bild 1

Systemkomponenten von SolSim

Bei der **Windkraftanlage** wird die stündliche mittlere Leistungsabgabe aus einer Leistungskurve, der Rauigkeit der Geländeoberfläche des Standorts und den aktuellen Wetterdaten (Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Temperatur und Luftdruck) berechnet. Die Rotorleistung kann durch Strömungsabriß (stall) oder eine Blattwinkelverstellung (pitch) geregelt werden.

Das **Batteriemodell** ist eine ladungsabhängige Klemmenspannungssimulation. Sie beruht nicht nur auf theoretischen, sondern auch auf empirischen Daten, die aus Messreihen an handelsüblichen Bleisäure-Akkumulatoren gewonnen wurden.

Der **Wechselrichter** kann das Netz sowohl als Energiesenke als auch als zusätzliche Energieversorgung nutzen. Das Modell basiert auf einer Wirkungsgradkennlinie, die mit einer mathematischen Funktion (Spline-Interpolation) berechnet wird.

Ein umfangreiches Modul wurde zur Simulation von **Biogas-** (Gülle, Klärgas) und **Biomasseanlagen** (Rapsöl, Festbrennstoffe) entwickelt. Die aus der Biomasse gewonnene Ener-

gie wird mit Blockheizkraftwerken in elektrische Energie umgewandelt. (Die erzeugte Wärme wird ebenfalls bilanziert.)

Der **Motorgenerator** entspricht einem Notstromaggregat, das mit einem statischen Leistungsprofil und mit „intelligentem“ Zu- und Abschalten betrieben werden kann. Berücksichtigt werden dabei die Energiebilanz der letzten 24 Stunden, der Ladezustand der Batterie und die Verbraucherleistung. Das Betriebsverhalten kann dann über die Vorgabe der Mindestlaufzeit des Motorgenerators und der Batterie-ladezustände unter Vorrang der regenerativen Energiequellen für das Ein- und Ausschalten bestimmt werden. Durch Variation der Kriterien läßt sich die Energiemanagement-Strategie optimieren.

Verbraucherdaten werden über Lastprofile (Strom, Spannung oder Leistung über der Zeit aufgetragen) beschrieben. Periodisch sich wiederholende Bedarfszyklen werden automatisch generiert.

CAE-Werkzeuge zur Simulation von Energieversorgungsanlagen

1.4 Klimadaten

Die Klimadaten, auf denen die Simulation des Photovoltaik- (PV)-Generators und der Windkraftanlage (WKA) beruht, gehen auf die vom Institut für Geophysikalische Wissenschaften erstellten Testreferenzjahre (TRY) zurück, die stündliche Daten von mehrjährigen Mittelwerten darstellen.

1.5 Wirtschaftlichkeitsberechnung

Die integrierte Wirtschaftlichkeitsberechnung ermöglicht den Vergleich der spezifischen Energiekosten von unterschiedlich dimensionierten Solaranlagen. Ein Baustein zur Berücksichtigung der externen sozialen Kosten steht zusätzlich zur Verfügung.

1.6 Beispiel einer Systemauslegung mit Hilfe von SolSim

Unabhängig von den eingesetzten Systemkomponenten für die Erzeugung von regenerativer Energie ist das Ziel jeder Solarenergieanlage, den regenerativ zur Verfügung gestellten Energieanteil optimal auszunutzen. Um dies zu erreichen, kann der Benutzer von SolSim verschiedene Prioritäten setzen. Je nach Anwendungsfall kann dies zum Beispiel die Verfügbarkeit der Energie (Deckungsrate), Wirtschaftlichkeit, der Einsatz einer regenerativen Energieerzeugung oder ein anderes Kriterium sein.

Um die Leistungsfähigkeit des Solarnergie-Simulationsprogrammes zu demonstrieren, wird im folgenden Beispiel die Energieversorgung eines landwirtschaftlichen Betriebes im Inselsystem nach verschiedenen Gesichtspunkten hin ausgelegt.

Die Wetterdaten des Deutschen Wetterdienstes (TRY) für die Region Alpenvorland dienen als Grundlage für die Simulation. Um einen Vergleich ziehen zu können, wurde die Solarenergieanlage mit verschiedenen Systemkomponenten variiert. Die wichtigsten Parameter dieser autarken Stromversorgung sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Komponente	Parameter
Solargenerator	Module: MQ 36, 53 Wp, Gesamtleistung variiert Leerlaufspannung: 21,6 V Kurzschlußstrom: 3,2 A Aufstellung: Azimutwinkel 10° Neigungswinkel: 30°
Windkraftanlage	Blattzahl: 2, luvseitige Anordnung, starre Nabe Nennleistung variiert Einschaltgeschwindigkeit: 2 m/s Nenngeschwindigkeit: 10 m/s Ausschaltgeschwindigkeit: 25 m/s
Biogasanlage	Anzahl GV (Großvieheinheiten) variiert Fermenterdaten: Temperatur 28° C, Oberfläche 63,7 m², Gasspeicher: 70 m³, mittlerer k-Wert: 0,7 W/m² K Kraft-Wärme-Kopplung: el. Wirkungsgrad 25%, Biogasheizwert 21,6 MJ/ m³
Batterie	Bleiakkumulator 120 V, Kapazität variiert
Energieverbrauch	33,8 kWh/d
Wirtschaftlichkeitsberechnung	Lebensdauer 30 Jahre (Batterie 10 Jahre), Annuität 6 %

Tabelle 1

Kenngrößen der Systemkomponenten

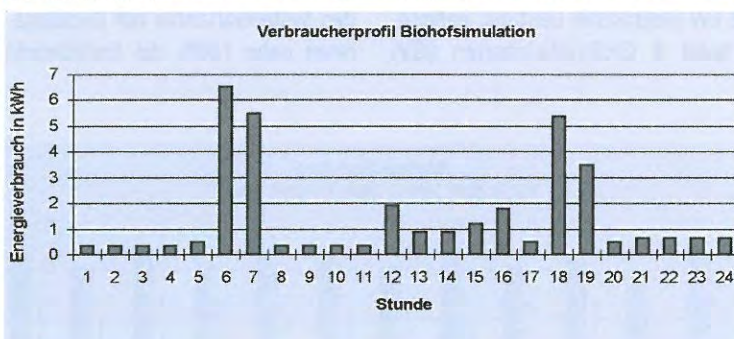


Bild 2

Verbraucherprofil Biohofsimulation

In diesem Beispiel stand die Biomasse/Biogas-Anlage (BHKW) zur Verfügung. Sie wurde ergänzt durch eine Photovoltaik- und eine Windkraftanlage. Eine Batterie gleicht die unterschiedlichen Zeit-

profile von Energieangebot und Energienachfrage (Bild 2) aus. (Die hohen Verbrauchsspitzen morgens und abends werden durch die Melkmaschine verursacht).

CAE-Werkzeuge zur Simulation von Energieversorgungsanlagen

Verschiedene Systemvarianten wurden jeweils über ein Jahr simuliert. Einige davon sind mit den Ergebnissen in Tabelle 2 zusammengefaßt.

Tabelle 2

Deckungsraten und Energiekosten verschiedener Systemvarianten

Variante Nr.	PV-Anlage: Nennleistung [kW]	Windkraftanlage: el. Leistung [kW]	Biomasse: el. Leistung [kW]	Batteriekapazität [Ah]	Deckungsrate [%]	Überdeckung [%]	Überdeckung [kWh]	Unterdeckung [kWh]	relative Kosten [%]
1	21,2	0	0	1800	81,7	72,0	8899	2264	131
2	6,4	10	0	1800	89,8	20,1	2487	1258	117
3	6,4	10	3 (8)	1800	97,9	44,8	5540	255	83
4	4,7	8	3 (8)	900	88,8	14,9	1840	1383	96
5	4,7	6	5 (12)	900	95,4	16,6	2055	563	94
6	4,7	8	5 (12)	900	96,6	30,3	3752	425	90
7	3,7	6	6 (15)	900	96,7	15,6	1930	405	92
8	2,7	6	7 (17)	900	97,5	14,3	1772	308	91
9	1,6	6	8 (20)	900	98,1	13,4	1659	234	89
10	0,0	6	10 (24)	900	95,8	16,6	2055	518	56
11	0,0	0	10 (24)	900	76,0	0,0	5	2965	100
12	4,7	0	10 (24)	900	96,8	15,3	1887	396	92
13	4,7	6	10 (24)	900	100,0	52,8	6532	0	83
14	1,6	6	10 (24)	900	99,6	24,2	2986	53	85

Ausgehend von einer rein photovoltaischen Energieversorgung (Var. 1), die den Bedarf nur zu ca. 82% deckt (Kosten 131%), wurde zunächst eine Windkraftanlage (Var. 2) hinzugenommen unter Reduzierung der PV-Leistung. Die Deckungsrate steigt dadurch auf 90%, während die Kosten auf 117% sinken. Die Koppelung einer kleinen BHKW-Anlage mit 3 kW elektrischer Leistung, entsprechend 8 Großvieheinheiten (GV)

(Var. 3) führt zu einer weiteren Steigerung der Deckungsrate unter Senkung des Energiepreises auf 83%. Bisher wurde eine relativ hohe Batteriekapazität von 216 kWh (120 V, 1800 Ah) angenommen, die deutlich überdimensioniert war. Im weiteren wurde daher die Batteriekapazität auf 108 kWh reduziert. Die Simulationsrechnungen zeigen, daß nun bei den Systemvarianten mit Deckungsraten nahe 100% die Entladetiefe

nicht unter 50% sinkt, so daß eine hohe Batterie Lebensdauer gewährleistet ist.

In der Realität verfügt der beispielhaft betrachtete Bauernhof über 24 Großvieheinheiten (GV), wozu ein BHKW mit der elektrischen Leistung von 10 kW optimal angepaßt ist. In den Varianten 10 bis 14 wurde deshalb diese Grundlast kombiniert mit PV und WKA sowohl einzeln wie auch gemeinsam simuliert. Eine 100% Deckungsrate wird mit Variante 13 (Bild 3) erzielt zu einem vergleichsweise mäßigen Energiepreis (83%). Einer Verkleinerung der PV-Anlage auf ein Drittel (Variante 14) führt zu einem leichten Rückgang der Deckungsrate, einer Halbierung der Überdeckung, jedoch nicht zu einer merklichen Reduzierung des Energiepreises.

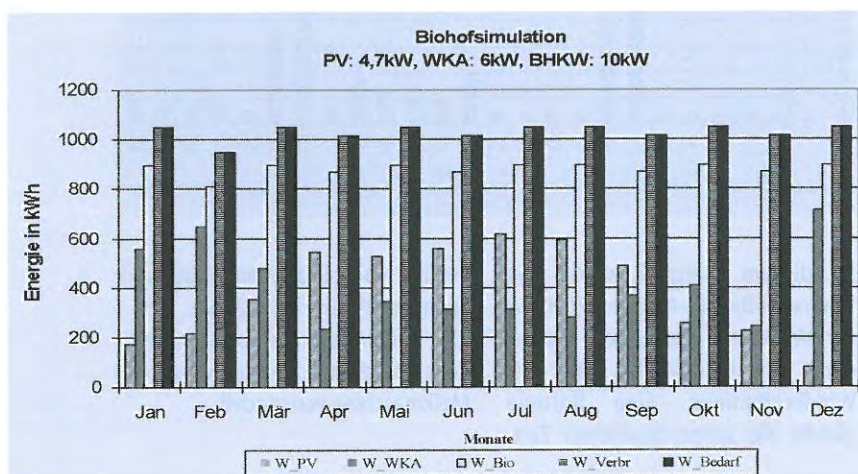


Bild 3

Monatliche Energiesummen der Systemvariante 13

CAE-Werkzeuge zur Simulation von Energieversorgungsanlagen

2. MODES: Modellierung von Elektro- und Wärme-Energiesystemen

Das hier beschriebene Projekt wird zur Zeit bearbeitet.

2.1 Einleitung und Aufgabenstellung

Die Verminderung des CO₂-Ausstoßes und die Schonung fossiler Energieressourcen werden in den kommenden Jahren zu erhöhter Energieeinsparung und vermehrter Nutzung erneuerbarer Energieträger führen. Mehr als 50% der in Deutschland eingesetzten Primärenergie werden für Herstellung und Betrieb von Gebäuden benötigt. Mangelnde Kooperation zwischen Architekt und Ingenieur für Gebäudetechnik in frühen Planungsphasen führt häufig zu schwerwiegenden Fehlentscheidungen. Daher ist eine integrierte Optimierung der Energieversorgung schon im frühen Planungsstadium notwendig.

Infolge zeitlicher Schwankungen stehen die erneuerbaren Energieträger nicht mit konstanter Leistung zur Verfügung, weisen also ein Zeitprofil des Energieangebots auf. Dem steht ein Zeitprofil der Energienachfrage gegenüber. Sichere Energieversorgung verlangt, diese Zeitprofile soweit in Einklang zu bringen, daß der Energiebedarf jederzeit gedeckt wird. Dies kann durch Energiespeicherung und geschickte Kombinationen verschiedener Energieträger (z.B. Nutzung passiver Energiegewinnung in Gebäuden, Wind, Photovoltaik, Biomasse, BHKW, etc.) sowie durch Steuerung/Regelung der Energiewandler (Energiamanagement) erreicht werden (Bild 4).

Abhängigkeiten entstehen auch dadurch, daß manche Energiewandler (z.B. Blockheizkraftwerke, Brennstoffzellen) sowohl elektrische als auch thermische Energie liefern. Insbesondere der Wärmeenergiebedarf läßt sich durch Isolierungsmaßnahmen und die passive Nutzung solarer Strahlung erheblich beeinflussen. Daher läßt sich für die zukünftige Energieplanung elektrische und thermische Energieversorgung nicht trennen. Eine integrierte Energiebetrachtung, die auch aktive (Ingenieur) und passive (Architekt) Nutzung im Verbund betrachtet, ist gefordert.

In Energieversorgungssystemen für Gebäude (Wärme- und Elektroenergie) – sowohl im Inselbetrieb als auch im Verbundbetrieb mit öffentlichen Versorgungsnetzen oder -anlagen – muß unabdingbar das reale Zufallsverhalten der Abnehmerbelastungen und der Erzeugerleistungen – vor allem bei Anwendung regenerativer Energien – durch geeignete Modelle und Simulationsverfahren bei Planung und Betrieb berücksichtigt werden. Die gleiche Forderung besteht hinsichtlich der Energieerzeugung und -abnahme.

In diesem Zusammenhang sind die Versorgungszuverlässigkeit für Wärme- und Elektroenergie ebenso wie die Energiequalität als wesentliche Komponenten sowohl in die Werkzeuge für die Entwurfs- und Planungsphase wie auch in die Leittechnik-Software für Betrieb und Nutzung der Gebäude zu integrieren.

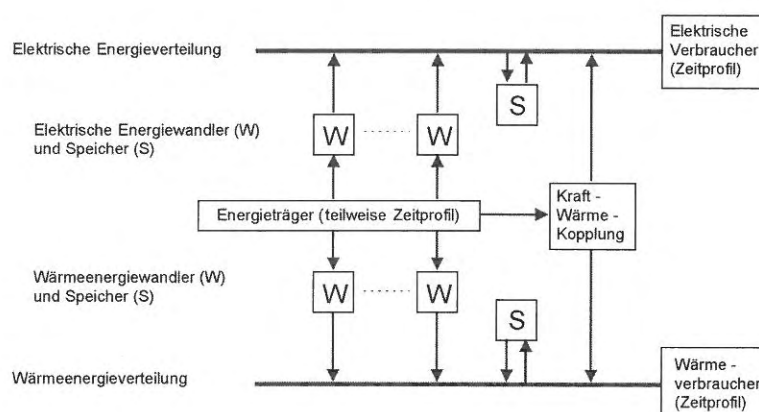
Während der Entwurfs- und Planungsarbeiten wie auch bei Betrieb/Nutzung der Energieanlagen in Gebäuden müssen a priori betriebs- und energiewirtschaftliche Simulationen, Beurteilungen/Bewertungen von Varianten unter Berücksichtigung vieler Einflußvariablen integrierte Arbeitsbestandteile sein, um qualifizierte und objektivierte Entscheidungen für optimierte Lösungen treffen zu können. Derartige Lösungen müssen mehrkriteriell im Sinne

- minimaler per-annum-Kosten
- maximaler Ressourcenschonung
- minimalen Primärenergieeinsatzes
- minimaler Umweltbelastung

optimiert sein.

Bild 4

Allgemeines Blockschaltbild von Elektro- und Wärme-Energiesystemen



CAE-Werkzeuge zur Simulation von Energieversorgungsanlagen

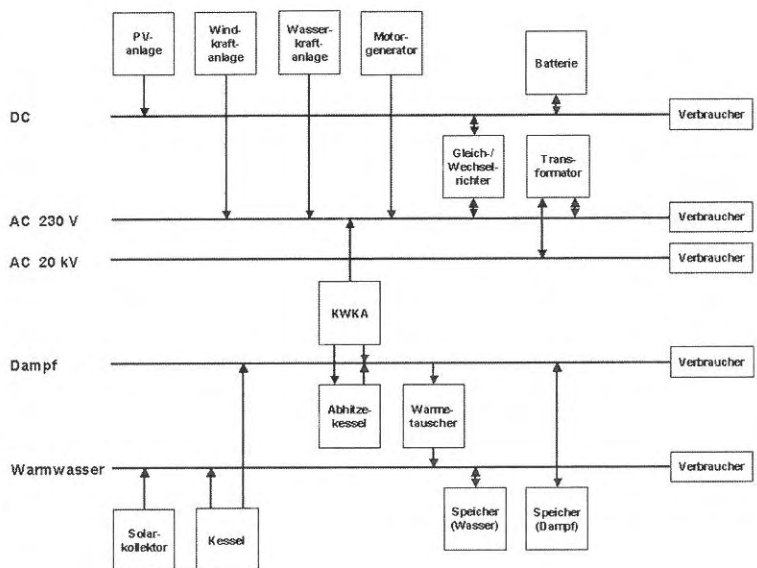
Alle zum Einsatz kommenden Verfahren, Methoden, Modelle und Vorgehensweisen müssen vom Ansatz und dem theoretischen Fundament unverzichtbar dem Umstand Rechnung tragen, daß insbesondere während der Planungsarbeiten, jedoch auch während des Betriebes eine Vielzahl von Eingabegrößen und Informationen mit teilweise erheblichen Unschärfen und auch Defiziten behaftet sind, die nicht ohne weiteres behebbar sind. Häufig handelt es sich um Probleme mit mehr als 200 Eingabevariablen, bei deren Lösung die bekannten Verfahren zur Sensitivitätsanalyse vollkommen versagen und unbrauchbar sind – abgesehen davon, daß sie keine Risikoberechnung und -bewertung erlauben. Hier sind ebenso statische wie auch dynamische Modelle weiterzuentwickeln und einzusetzen, die auf der Stochastik und der Theorie unscharfer Mengen aufsetzen, die bestehenden Informationsunschärfen und -defizite in vollem Umfang berücksichtigen und Resultate mit zugehörigen Auftretswahrscheinlichkeiten bzw. quantifizierten Risiken im Sinne von Wahrscheinlichkeiten dafür liefern, daß vorgegebene Kriterientupel verletzt werden.

In Versorgungsnetzen müssen bei vermehrtem Einsatz regenerativer Energieträger die Auswirkungen der statistischen Schwankungen des jeweiligen Leistungsangebots betrachtet werden.

Grundsätzlich müssen Energieversorgungsanlagen ein wirtschaftliches Optimum darstellen. Die Wirtschaftlichkeit läßt sich durch ein angepaßtes (Last- und) Energiemanagement verbessern. Die Strategie eines solchen intelligenten Energiemanagements muß ebenfalls optimiert werden.

Bild 5

Blockschaltbild
MODES



2.2 Ziele

Da die meiste Primärenergie für Herstellung und Betrieb von Gebäuden benötigt wird, kommt dem Bausektor hinsichtlich der Energieplanung eine besondere Bedeutung zu.

Für die Planung der Gebäudeenergieversorgung wird ein Hilfsmittel in Form eines CAE-Werkzeuges benötigt, das

- elektrische und thermische Energie in eine gemeinsame Betrachtung einbezieht,
- alle herkömmlichen und erneuerbaren Energieträger wie auch Energiespeicher beinhaltet,
- sowohl für vorhandene Energieverteilungsnetze, wie auch für Versorgungsinseln einsetzbar ist,
- den Nutzen von Energiesparmaßnahmen quantifizieren kann (Energieeinsparung, Kosten).

Im einzelnen besitzt MODES folgende Eigenschaften:

- Modellierung aller wärme- und/oder stromliefernden Kraftwerke (Bild 5)
- Nutzung aller Technologien zur Energiespeicherung
- Energiewirtschaftliche statische und dynamische Modellierung von beliebig konfigurierten Energiesystemen unter Berücksichtigung von bestehenden Unschärfen und Defiziten der Eingabeinformationen mit dem Ziel, mehrkriteriell optimale Lösungsvarianten zu ermitteln und Entscheidungsrisiken quantitativ zu bestimmen
- Statische, dynamische, deterministische und stochastische Modellierung von Vorgängen in und Zuständen von Energiesystemen
- Modellierung der Versorgungszuverlässigkeit von Energiesystemen

CAE-Werkzeuge zur Simulation von Energieversorgungsanlagen

- Entwurf integrierter und intelligenter Leitsysteme für beliebig konfigurierte Energiesysteme für die folgenden Aufgaben:
 - Gewährleistung vorgegebener Versorgungszuverlässigkeit und Energiequalität für Wärme- und Elektroenergie
 - Optimierung des Energiequelleneinsatzes
 - Optimierung des Speicherregimes
 - Last- und Energiemanagement
 - Betriebskosten- und Energieverlust-Minimierung
 - Zustandserkennung und Strategiegenerierung
- Bibliotheken für fertige Anlagenkomponenten
- Zugriff auf externe Datenbanken
- Flexibilität in der Wahl der Komponenten- und Betriebsparameter zur Variation und Erprobung von Energiemanagementstrategien (Betriebsführung)
- anwendbar für kleine Systeme (z.B. Haus) und große Systeme (z.B. Siedlung, Region)
- modularer Aufbau, Module leicht zu Makroelementen kombinierbar
- definierte Schnittstellen zur möglichen Nutzung fremder Programme („open window design“)
- menuegeführte Oberfläche für eine sichere und einfache Bedienung („Editor“ zur Problemdefinition und Implementierung von Anlagenkomponenten)
- ergänzbare Datenbanken für Klimadaten, Baustoffe und Bauteile
- Unterstützung moderner Kommunikationstechniken (z.B. Internet)

Dieses CAE-Werkzeug wird u.a. in folgenden Bereichen Verwendung finden:

- Entwurf von Gebäuden und Planung der zugehörigen Versorgungstechnik
- Sanierung von Altbauten
- Energieversorgung (elektrisch und thermisch) von Betrieben
- Regionalplanung
- Bürgerberatung (Energieagenturen)
- Energieversorgungsunternehmen

2.3 Methodik

Die Modellbildung der Komponenten (Energiewandler und -speicher) mit Hilfe von MATLAB/Simulink erfolgt unter dem Gesichtspunkt der Einfachheit und der leichten Berechenbarkeit. Für jedes Energiemodul wird eine Bibliothek angelegt. Neue einzugebende Komponenten werden durch Parameter charakterisiert, die aus üblichen Datenblättern entnommen werden können.

Zur Bestimmung des Energiebedarfs werden einzelne Programmmodule entwickelt bzw. Schnittstellen zu vorhandenen Programmen geschaffen (z.B. Simulation des Wärmehaushalts von Gebäuden).

Die verschiedenen Modelle werden in Form von Programm-Modulen als eine Art Unterprogramme in ein zu schaffendes Rahmenprogramm eingefügt, das insbesondere durch hochdimensionale Monte-Carlo-Simulationen die statistischen Charakteristika, Wahrscheinlichkeiten für die Einhaltung bzw. Verletzung beliebiger vorgegebener (z.B. technischer, wirtschaftlicher, umweltrelevanter) Kriterien bzw. Kriterientupel und damit objektivierte Entscheidungen zugunsten mehrkriteriell optimaler Varianten mit quantifizierten Risiken ermöglicht.

Die Bedieneroberfläche wird mit Hilfe von Visual-C++ erstellt, nachdem das in MATLAB erstellte Programm in C++ umgesetzt wurde, so dass der Anwender MODES ohne teure Programminvestitionen (wie MATLAB/Simulink) nutzen kann.

2.4 Zusammenfassung

Die Verminderung des CO₂-Ausstoßes und die Schonung fossiler Energieressourcen werden in den kommenden Jahren zu erhöhter Energieeinsparung und vermehrter Nutzung erneuerbarer Energieträger führen.

Der hohe Energieanteil für Herstellung und Nutzung von Gebäuden kann durch verbesserte Kooperation zwischen Architekt und Gebäudetechnik-Ingenieur auf der Grundlage qualifizierter Modelle, Verfahren und Vorgehensweisen bei Planung und Nutzung sowohl von Neubauten als auch bei Rekonstruktion, Sanierung und Modernisierung von Gebäuden aller Art reduziert werden.

MODES ist ein CAE-Werkzeug zur Simulation und Optimierung des Energieversorgungssystems von Gebäuden mit folgenden innovativen Aspekten:

- Integrierte Betrachtung elektrischer und thermischer Energieversorgungen (aktiv und passiv)
- Kombination von herkömmlichen mit erneuerbaren Energieträgern
- Numerische mehrkriterielle (technische und energie-wirtschaftliche) Bewertung von Energieversorgungssystemen

MODES ist ein leistungsfähiges, praxisorientiertes Planungswerkzeug für die sowohl technische als auch wirtschaftliche Optimierung von multivalenten Systemen zur Wärme- und Stromversorgung und des Energiemanagements.

Das solarelektrisch angetriebene Schiff

von Christian Schaffrin

1 Einleitung

- Energiewandlungsprozesse über Verbrennung verschärfen die globale Klimaproblematik durch das ausgestoßene CO_2 .
- Die Erschöpfung der fossilen Energieressourcen ist absehbar.
- Die Forderungen nach besonderem Schutz begrenzter Naßbiotop werden lauter.
- Der Freizeitbetrieb auf unseren Gewässern, die heute in aller Regel Trinkwasserreserven darstellen, nimmt zu.

Dies sind die wichtigsten Gründe, einen elektrischen Bootsantrieb mit solarer Energieversorgung zu entwickeln.

Im Winter 1986/87 begannen Projektierung und Konstruktion eines Forschungsschiffes der FH Konstanz, das im Mai 1988 auf den Namen KORONA getauft wurde, der auf den Ursprung der solaren Strahlung hinweist.

2 Technische Beschreibung

Die KORONA wurde als Versuchsfahrzeug konzipiert, wobei größte Sorgfalt auf die Systemtechnik gelegt wurde, d.h. in die Optimierung wurde das gesamte System einschließlich der mechanischen Komponenten einbezogen. Der Bootsrumpf wurde speziell für diesen Anwendungsfall gefertigt. Er basiert auf einer Entwicklungsarbeit der Versuchsanstalt für Binnenschiffbau,

Duisburg. Nach Fertigstellung wurde die Schale in der Hamburgischen Schiffsversuchsanstalt im Schleppversuch nachgemessen.

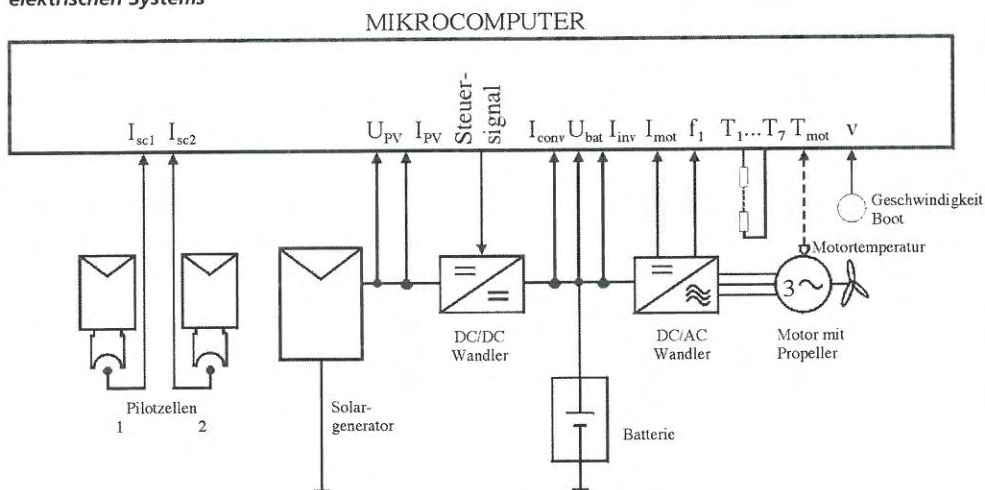
Dieser Versuch bestätigte die hervorragenden hydrodynamischen Eigenschaften. Der Propeller wurde individuell für das Schiff entworfen und experimentell angepaßt. Die wichtigsten technischen Daten sind in den folgenden Tabellen zusammengefaßt:

Elektrische Komponenten:

Solargenerator		
(monokristalline Si-Zellen):	Nennleistung	900 W
Batterie (Pb-Akkumulator):	Nennspannung	120 V
	Nennkapazität	105 Ah (10h)
Wechselrichter (PWM, 3 Phasen):	Ausgangsnennspannung	86 V
	Ausgangsnennstrom	20 A
Motor (Asynchronmaschine):	Nennspannung	86 V
	Nennleistung	2,2 kW
	Nennzahl	1500 min ⁻¹
Mikrocomputer für:	MPP-Regelung	
	Kontrolle der gespeicherten Energie („Tankanzeige“)	
	Systemüberwachung	
	Fahrerinformation	

Bild 1

Blockdiagramm des elektrischen Systems



Mechanische Daten:

Rumpf:	
Länge (über alles)	7,2m
Breite (über alles)	2,2m
Tiefgang	0,3m
Verdrängung	1,4m ³
Propeller:	
Anzahl Flügel	3
Durchmesser	0,4m
Steigung	0,31m
Drehzahl	750 min ⁻¹

Das solarelektrisch angetriebene Schiff

Bild 1 zeigt das Blockschaltbild des elektrischen Systems. Für den Antrieb wurde ein Asynchronmotor mit dem notwendigen Wechselrichter eingesetzt, weil dieser sich durch folgende Vorteile auszeichnet (im Vergleich zum herkömmlichen Gleichstrommotor):

- Wartungsfreiheit,
- hohe Lebensdauer,
- günstiger Preis.

Nachteilig erscheint zunächst der notwendige Wechselrichter. Jedoch ist für eine kontinuierliche Drehzahlregelung eines Gleichstrommotors auch eine Leistungselektronik notwendig, die ähnliche Kosten verursacht, so daß insgesamt ein Kostenvorteil für den Asynchronmotor verbleibt.

Der Mikrocomputer nimmt im wesentlichen die folgenden Aufgaben wahr:

- Er sorgt für die maximale Leistungsausbeute des Solargenerators (MPP-Regelung) durch Ansteuern des DC/DC-Wandlers.
- Er verfolgt den aktuellen Stand der in der Batterie verfügbaren Energie („Tankanzeige“).
- Er überwacht sämtliche Komponenten, meldet dem Fahrer die Annäherung an Sicherheitsgrenzen und liefert ihm alle übrigen gewünschten Informationen (z.B. Reichweite).

Bild 2 zeigt die KORONA bei Höchstgeschwindigkeit (man beachte die sehr kleinen Bug- und Heckwellen aufgrund des minimierten hydrodynamischen Widerstands.) Seit dem Sommer 1988 ist die KORONA meist ganzjährig in Betrieb.

Bild 4

Fahrzeiten und Reichweiten der KORONA

Bild 2

Die KORONA bei maximaler Geschwindigkeit

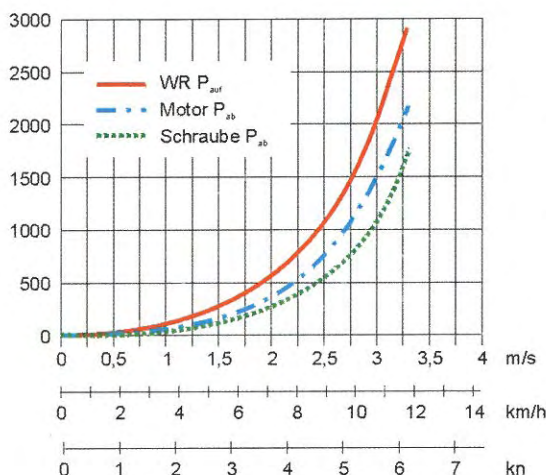


Bild 3

Leistungskurven der KORONA

3 Experimentelle Ergebnisse

Die Höchstgeschwindigkeit der KORONA beträgt 12 km/h. Dies ist die sogenannte Rumpfgeschwindigkeit, also die Höchstgeschwindigkeit in Verdrängerfahrt, die im wesentlichen durch die Länge des Schiffsrumpfes bestimmt ist. Höhere Geschwindigkeiten sind nur durch überproportionale Leistungssteigerung erzielbar (bis der Rumpf ins Gleiten kommt).

Bild 3 zeigt die Motorausgangsleistung, die Propellerleistung sowie die Wechselrichterleistungsleistung als Funktionen der Bootsgeschwindigkeit. Die Kurven sind annähernd Parabeln dritter Ordnung. Deutlich erkennbar ist, daß Dauerbetrieb bei Höchstgeschwindigkeit energetisch unwirtschaftlich ist.

Der spezifische Energieverbrauch ist erheblich kleiner bei reduzierter Reisegeschwindigkeit (7 bis 9 km/h). Einen guten Kompromiß zwischen Energieausnutzung und schnellem Vorwärtkommen stellt die Reisegeschwindigkeit von 9 km/h dar, die auch in der Tabelle Bild 4 benutzt wird. Diese Tabelle gibt die möglichen Fahrzeiten und Reichweiten bei der Maximal- und der genannten Reisegeschwindigkeit an:

- Einmal bei Dunkelheit: Die Fahrzeiten sind durch den Energiespeicher bestimmt.
- Zum anderen mit der Strahlung eines sonnigen Sommertages: Die Strahlung von 800 W/m² reicht aus, um den Antrieb bei der Reisegeschwindigkeit zu versorgen, ohne daß der Batterie Energie entnommen wird.

Reisezeit (Reichweite)	Geschwindigkeit	
	12 km/h	9 km/h
ohne Strahlung	4 h (50 km)	12 h (110 km)
mit Strahlung (800 W/m ²)	6 h (70 km)	unbegrenzt

Das solarelektrisch angetriebene Schiff

Bild 5

Maximal mögliche Energieernte (TISA*ETAsa) und verbrauchte Energie (TEII)

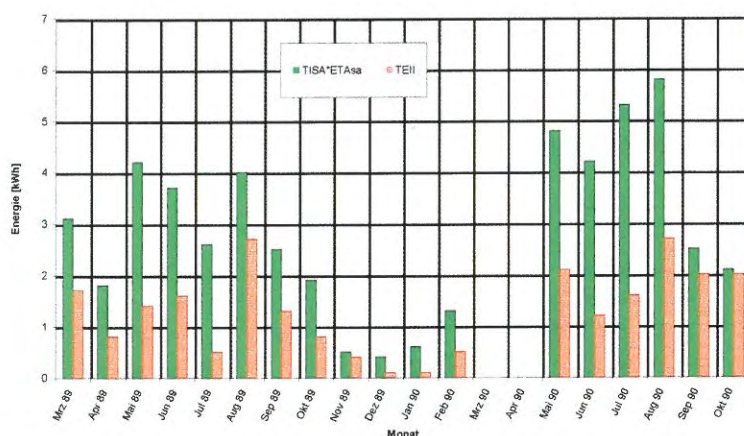
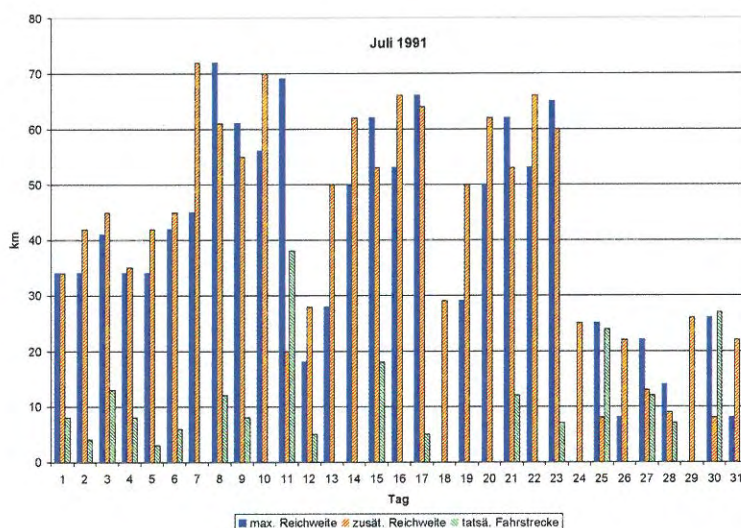


Bild 6

Mögliche und tatsächliche Fahrstrecken



Im Boot wurde ein Meßdatenerfassungssystem zur kontinuierlichen Überwachung installiert. Die Meßdaten wurden entsprechend den Richtlinien des Forschungszentrums der EU in Ispra ausgewertet. Bild 5 zeigt die Gegenüberstellung der maximal möglichen Energieernte (TISA*ETAsa) und der tatsächlich verbrauchten Energie (TEII).

Aus dem Vergleich ist zu erkennen, daß nur etwa die Hälfte der eingestrahelten Energie genutzt werden konnte, obwohl im Sommerhalbjahr mehrere Studenten den Auftrag hatten, das Boot täglich zu fahren. Offensichtlich ist das PV-System für die erzielte Betriebsweise überdimensioniert, was andererseits zu einer hohen Versorgungssicherheit führt.

Bild 6 zeigt täglich mögliche und tatsächliche Fahrstrecken beispielhaft für einen Monat (Juli 1991). Die maximal mögliche Reichweite wurde aus der am Morgen vorhandenen Energie in der Batterie unter Zugrundelegung der Reisegeschwindigkeit bestimmt. Nach Zurücklegen der tatsächlichen Fahrstrecke mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten ergab sich aufgrund des restlichen Batterieinhalts am Abend des jeweiligen Tages die zusätzliche Reichweite, welche die Energieernte desselben Tages beinhaltet. Auch aus diesem Diagramm ist die hohe Versorgungssicherheit zu erkennen.

Bereits zu Beginn der Bootserprobung wurde der Frage nachgegangen, wie sinnvoll ein Maximum-Power-Point-Tracking (Regelung des Solargenerators auf maximale Ausgangsleistung) ist. In der folgenden Tabelle ist jeweils die Energieernte mit und ohne MPPT für unterschiedliche Monate angegeben:

Offensichtlich hängt der Nutzen einer MPP-Regelung wesentlich vom Nutzerverhalten und dem Strahlungsangebot ab. Bei hohen Fahrleistungen bzw. knapp dimensionierter PV-Anlage bietet die MPP-Regelung einen hohen Energiegewinn bzw. Steigerung der Verfügbarkeit.

An Bord der KORONA nimmt der zentrale Mikrocomputer die MPP-Regelung nach einem adaptiven Verfahren wahr, das ständiges Suchen vermeidet sowie mögliche Alterung und Störungen (z.B. durch Teilabschattung) des Solargenerators erkennt.

Zeitraum	Fahrstrecke	Energieernte des Solargenerators ohne MPPT	mit MPPT	Gewinn
16.-31.5.89	159 km	22,38 kWh	24,12 kWh	7,8 %
1.-12.6.89	168 km	31,45 kWh	33,52 kWh	6,6 %
1.-31.7.89	127 km	13,27 kWh	13,62 kWh	2,4 %
4.-17.8.89	291 km	38,44 kWh	44,93 kWh	16,8 %

Das solarelektrisch angetriebene Schiff

4 Anwendungen

Aufgrund der Erfahrungen eignet sich ein photovoltaischer Bootsantrieb insbesondere für folgende Anwendungen:

- Freizeitboote: Betrieb hauptsächlich an Wochenenden während des Sommers
- Vermietboote: täglicher Betrieb bei gutem Wetter während des Sommers
- Fischer- und Anglerboote: Betrieb zwar während des ganzen Jahres, jedoch nur bei niedrigen Geschwindigkeiten und kurzen Distanzen
- Segelboote: Flautenschieber und Manövrierte Hilfe, nur kurzzeitiger Betrieb an windlosen, meist sonnigen Tagen während des Sommers
- Behördenboote: Patrouillenfahrten bei niedrigen Geschwindigkeiten
- Fahrgastschiffe: bis ca. 200 Personen; je nach Betriebsweise kann eine Solartankstelle (Netzverbund) erforderlich sein.

Es ist offensichtlich, daß die überwiegende Mehrzahl der Boote auf Binnengewässern für die Anwendung der beschriebenen Technik geeignet ist. Dabei bieten sie im Vergleich zu Landfahrzeugen besonders günstige technische Voraussetzungen für die Anwendung der Photovoltaik:

- 1.) Der wichtigste Vorteil ist, daß die notwendige Antriebsleistung nahezu unabhängig vom Fahrzeuggewicht ist. Während diese beim Landfahrzeug durch das Beschleunigungs- und Bergsteigvermögen und damit eben ausschlaggebend durch das Fahrzeuggewicht bestimmt ist, führt beim Wasserfahrzeug eine Gewichtserhöhung zu einer in der Praxis unbedeutenden Änderung des Leistungsbedarfs. Beispielsweise ist die Reduzierung der Höchstgeschwindigkeit der KORONA, wenn 6 statt 2 Personen an Bord mitfahren (ca. 20% Mehrgewicht), etwa 0,7 km/h. Bei einer Neukonstruktion läßt sich die zusätzliche Verdrängung bei einer Gewichtsvergrößerung durch Verlängerung des Rumpfes erreichen, wobei sich zusätzlich vorteilhafterweise die Rumpfgeschwindigkeit erhöht.
2. Die auf dem Wasserfahrzeug für den Solargenerator verfügbare Fläche ist in den meisten Nutzungsarten ausreichend für autarken Betrieb.
3. In den meisten Nutzungsarten, vor allem im Freizeitbereich, decken sich weitgehend Angebots- und Nachfrageprofil. Das heißt, Freizeitbetrieb auf dem Wasser findet ausschließlich bei sonnigem Wetter statt.

Zwei allgemeine Vorteile von Solarbooten sollten besonders betont werden:

- Sämtliche Komponenten (Motor, Elektronik usw.) besitzen eine sehr hohe Lebensdauer und sind wartungsfrei. Damit wird das gesamte System sehr zuverlässig.
- Je nach Auslegung des PV-Systems läßt sich eine unbegrenzte Reichweite erzielen. Das ist von besonderem Interesse in Ländern der dritten Welt, wo Kraftstoffnachschub ein größeres Problem darstellt.

5 Bewertung und Ausblick

Die KORONA hat mehrere 10.000 km zurückgelegt. Die positiven Ergebnisse und Erfahrungen berechtigen zu der Feststellung: Ein photovoltaischer Bootsantrieb ist nicht nur möglich, sondern er ist imstande, den herkömmlichen Verbrennungsmotor zu ersetzen. Hierbei gilt eine Einschränkung: Verdrängungsfahrt. Gleitfahrt mit hohen Geschwindigkeiten ist nicht sinnvoll. Diese Einschränkung ist insofern nicht einschneidend, da sich heute schon vielerorts und in Zukunft noch verstärkt nicht die Frage stellt, wie schnell darf gefahren werden, sondern darf überhaupt gefahren werden.

Somit bildet das Solarboot einen häufig akzeptablen Kompromiß zwischen Ökologie und Freizeitbetrieb und stößt damit in eine Marktnische, die nicht zum täglich notwendigen Bedarf gehört, wo jedoch die Anwendung der Photovoltaik bereits heute, betriebswirtschaftlich gerechnet, lohnt (wenn man ein Freizeitvergnügen überhaupt betriebswirtschaftlich bewerten will).



Bild 7

Solartaxi für Venedig

Das solarelektrisch angetriebene Schiff

Aufgrund der statistischen meteorologischen Schwankungen ist für eine photovoltaische Energieversorgungsanlage keine 100-prozentige Deckungssicherheit zu erzielen. Das verlangt ein gewisses Umdenken im Umgang mit Energie, was im Freizeitbereich sicherlich praktiziert werden kann, wo der Energieverbrauch weitgehend an das Strahlungsangebot angepaßt werden kann. In professionellen Nutzungsarten wird in der Regel 100-prozentige Verfügbarkeit erwartet. Diese kann erreicht werden durch zusätzliche Installation einer stationären PV-Anlage im Netzverbund oder Ergänzung der Fahrzeuganlage durch ein Notstromaggregat (Hybridsystem).

Die KORONA als erstes wissenschaftlich optimierte Solarboot hat weltweit Beachtung gefunden und die Entwicklung von Solarbooten angestoßen. Beispielsweise wurde durch den Autor in einer von der EU finanzierten Machbarkeitsstudie die Einführung von Solarschiffen in Venedig untersucht, um die Gefährdung der Lagunenstadt, in der jeglicher Verkehr auf dem Wasser erfolgt, zu reduzieren.

Ein Solarschiff ist ein neues Produkt. Ein neues Produkt benötigt ein neues Design. Dieses äussere Design muss das Spiegelbild der ganzheitlichen technischen Systemoptimierung darstellen und damit sowohl die Funktionen der eigentlichen Schiffsnutzung als auch die Funktion des Sammelns von Lichtenergie vereinigen und gestalterisch zum Ausdruck bringen. Aus diesem Denkansatz heraus sind in Kooperation mit der Hochschule für Gestaltung, Offenbach, einige Designstudien von Wasserfahrzeugen für unterschiedliche Aufgaben entstanden (Bilder 7 bis 11).



Bild 9

Tretboot mit Solarantrieb



Bild 8

Ausflugsschiff für die Lagune von Venedig



Bild 11

Wohnboot mit gespreizten Katamaranrümpfen

6 Zusammenfassung

Das Versuchsboot KORONA hat sich hervorragend bewährt. Wesentlich an dem Erfolg ist der systemtechnische Arbeitsansatz (ganzheitliche Optimierung des technischen Systems).

Solarboote eignen sich für eine Vielzahl von Nutzungsarten. Der PV-Antrieb ist imstande, den Verbrennungsmotor zu ersetzen. Die technischen Randparameter für die Anwendung der Photovoltaik sind wesentlich günstiger als bei Landfahrzeugen.

Solarboote vermeiden den Verbrauch von fossilen Energieressourcen, jegliche Emissionen (Abgas, Lärm) und durch die optimierte Rumpfform sowie die niedrigen Geschwindigkeiten harten Wellenschlag, der den Schilfgürtel von Binnengewässern zerstört. Somit bieten Solarboote den Kompromiß zwischen Naturschutz und Freizeitbetrieb auf Binnengewässern.

Bild 10

Ferien- bzw. Wohnboot mit veränderbarer Breite



Software-Technologie für unternehmensweite Internet-Geschäftsanwendungen

von Hans Albrecht Schmid

Den rasanten Aufschwung, den das Internet mit dem WWW (World Wide Web, auch als „World Wide Wait“ berüchtigt) in den letzten 5 Jahren genommen hat, hat jeder selbst erlebt: waren Begriffe wie „Email“, Suchmaschine und Browser vor 5 Jahren nur einem kleinen Kreis von Eingeweihten bekannt, findet man sie heute in den Nachrichten, und es steht mit an erster Stelle, wenn ein Portal wie Yahoo wegen „Denial-of-Service“ Attacks für einen Tag nicht erreichbar ist.

Aber das Internet hat nicht nur Bedeutung für die direkte Kommunikation mit dem Kunden, was „neu-deutsch“ mit B2C (business to customer) abgekürzt wird. Auch firmeninterner Geschäftsverkehr oder Geschäftsverkehr zwischen Firmen, B2B (business to business) genannt, stützt sich immer mehr auf das Internet oder auf ein Intranet. Damit lassen sich Geschäftsanwendungen erstellen, die sowohl auf dem PC eines Sachbearbeiters in der Firmenzentrale als auch in einer Zweigstelle oder im Büro eines Vertreters lau-

fen (siehe Bild 1). Sie greifen über das Internet auf Daten zu, wie z.B. Artikelbestandsdaten, die auf einem zentralen Rechner gespeichert sind (da auch andere Sachbearbeiter Zugriff auf diese Daten haben müssen). Erstellt man solche Anwendungen jedoch ohne eingehende Kenntnis der verwendeten Software-Technologien und ohne Planung und Entwurf der Softwarearchitektur, kann man böse Überraschungen erleben, was Entwicklungserfolg, -dauer und Kosten betrifft.

In der Folge wird ein Überblick über Internet-Geschäftsanwendungen für relevante Software-Technologien gegeben und eine Software-Architektur beschrieben, die wir entwickelt und in Projekten eingesetzt haben. Wir skizzieren dabei einige durchgeführte Forschungsarbeiten. Für nähere Informationen wird auf die Veröffentlichungen verwiesen. Wir sind auch gerne zu persönlicher Auskunft bereit. Auf einen weiteren Forschungsbereich zur Verteilung von Anwendungen wird in diesem Bericht nicht eingegangen.



Professor Dr. Hans Albrecht Schmid

war nach seinem Studium an der Universität Stuttgart und am Institute Nationale Polytechnique de Grenoble und nach seiner Promotion mit einem Doktorandenstipendium der Studienstiftung des deutschen Volkes und als Assistent an der Universität Karlsruhe als Gastprofessor an der University of Toronto und als Forschungsgruppenleiter an der Universität Stuttgart. Darauf war er 10 Jahre beim IBM Entwicklungslabor Böblingen in verschiedenen leitenden technischen und Management-Positionen tätig, bevor er als Professor an die Fachhochschule Konstanz kam. Seine Forschungsschwerpunkte sind fortgeschrittene (objektorientierte) Software-technologien in technischen und kommerziellen Anwendungsgebieten. Er hat eine grössere Anzahl von Forschungsprojekten, darunter ein DFG-Projekt, durchgeführt und eine beträchtliche Anzahl international anerkannter Veröffentlichungen auf diesen Gebieten publiziert.

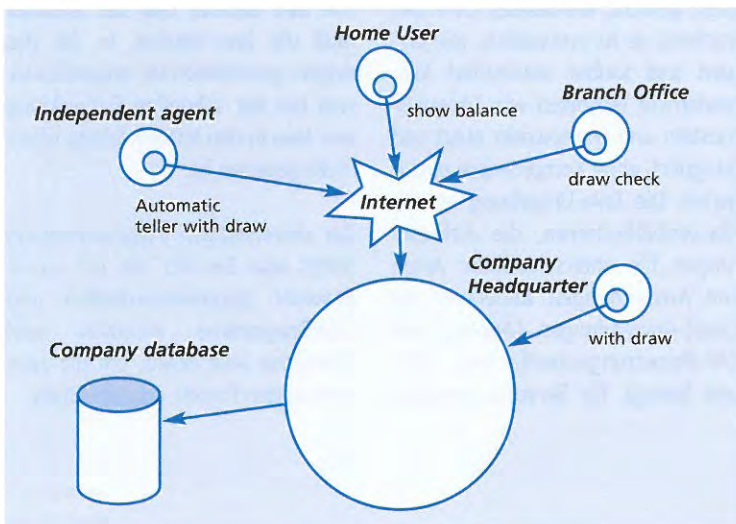


Bild 1

**Unternehmensweite
Internet-
Geschäftsanwendungen**

Software-Technologie für unternehmensweite Internet-Geschäftsanwendungen

1. Das World-Wide-Web

Am Anfang des WWW standen Seiten mit festem, statischem Inhalt. Ein Web-Browser fordert von einem WWW-Server (nach dem Übertragungsprotokoll HTTP-Server genannt) über das Internet eine mit einer Netzadresse, URL (Unified Resource Locator) genannt, identifizierte Seite an und stellt den Bytestrom, den er als Antwort auf die Anforderung erhält, übersichtlich als Seite dar. Das HTML-Format (hypertext markup language) definiert die Struktur einer Seite durch Markierungen (tags), wie etwa Überschrift, Absatzbeginn, usw. Der besondere Erfolg des WWW läßt sich auf seine Hypertext-Charakteristik zurückführen, daß nämlich eine Seite einen Verweis auf andere WWW-Seiten enthalten kann. Auf diese Weise kann man seit Anfang der 90-er Jahre statische Information über ein beliebiges Thema in der ganzen „www-Welt“ verbreiten (auch wenn diese bis zur Mitte der 90-er Jahre noch sehr klein war).

Doch mit dem Essen kommt der Appetit: es kam der Wunsch nach (dynamischer) Information auf, die nach Interesse des Benutzers zusammengestellt wird. Dies bedeutet, daß jeweils ein Programm für eine Art von spezifischer Anforderung, wie z.B. zeige alle Bücher von Autor x an, eine HTML-Seite dynamisch erstellt, die alle Bücher dieses Autors präsentiert. Der HTTP-Server ruft das Programm über eine sogenannte CGI-Schnittstelle auf; es greift auf eine Datenbank zu, baut eine HTML-Seite mit den gefundenen Büchern als Bytestrom zusammen, und gibt sie zurück.

Das zur CGI-Programmierung seit Mitte der 90-er Jahre verwendete Verfahren war, softwaretechnisch betrachtet, ein großer Rückschritt in die Zeit der 70-er Jahre, vor die Zeit der ADT-Module und der Objektorientierung. Es hat auch entsprechende Nachteile: die Erstellung von CGI-Programmen ist relativ zeitaufwendig und fehleranfällig, ebenso ihre Wartung, welche auch die Änderung und Anpassung an sich ändernde Umstände und Benutzerwünsche beinhaltet. Dazu kommt, daß der Aufruf eines Programms über die CGI-Schnittstelle recht langsam ist.

Daher wurden im Laufe der letzten Jahre verschiedene Verbesserungen und Erweiterungen eingeführt. Die im folgenden beschriebene Java Technologie stellt eine Alternative dar, mit der wir uns genauer beschäftigen haben.

2. Java-Technologie

Java ist eine objektorientierte, plattformunabhängige Programmiersprache und Programmierumgebung, die speziell im Hinblick auf das Internet entwickelt wurde. Man kann Java als ein vereinfachtes, verbessertes und modernen Ansprüchen gerecht werdendes C++ betrachten; es ist erstaunlich, wie elegant und sauber strukturiert Java modernste Techniken wie Entwurfsmustern und Frameworks nutzt und integriert, ohne Kompromisse einzugehen. Die Java-Umgebung enthält Klassenbibliotheken, die Anforderungen für unterschiedliche Arten von Anwendungen abdecken: für Client-Anwendungen (Applets und GUI-Benutzungsoberflächen, AWT und Swing), für Server-Anwendun-

gen (JDBC zum Datenbankzugriff, Servlets und Enterprise Java Beans), und für die Kommunikation und Verteilung von Objekten über das Internet (RMI).

Java Applets sind „mobile“, kleinere und typischerweise interaktive Java-Anwendungsprogramme, die aus einer WWW-Umgebung aufgerufen werden, automatisch über das Internet vom HTTP-Server geladen werden und im Browser des Benutzers ausgeführt werden. Applets und Java Applications, die auch auf verteilte Server-Objekte zugreifen können, bieten dieselben Möglichkeiten wie interaktive lokale Anwendungen, um einen Benutzer durch einen Dialog zu führen und auf seine Anforderung gezielt Information von einem Serverrechner zu holen und dort abzuspeichern. Deshalb, und da sie eine Softwareerstellung nach dem Stand der Technik erlauben, sind sie zur Erstellung von unternehmensweiten Anwendungen sehr gut geeignet.

Die Benutzung von Applets durch externe Kunden über das Internet ist mit gewissen praktischen Schwierigkeiten verbunden: das Laden eines Applets von z.B. 100 KByte Größe kann bei einer geringen verfügbaren Internet-Bandbreite doch beträchtliche Zeit dauern, und der Browser muß die Java-Version, in der das Applet geschrieben ist, unterstützen, was bei der schnellen Entwicklung von Java in den letzten Jahren öfters nicht gegeben ist.

Zur serverseitigen Programmierung bietet Java Servlets, die mit einem Browser zusammenarbeiten und CGI-Programme ersetzen, und Enterprise Java Beans, um die zwei wichtigsten Punkte anzusprechen.

Software-Technologie für unternehmensweite Internet-Geschäftsanwendungen

3. Verteilte Objekte

Bei einer verteilten objektorientierten Anwendung befinden sich verschiedene Objekte, die gemeinsam die Anwendung bilden und zusammen arbeiten, auf unterschiedlichen Rechnerknoten. Typischerweise legt man Geschäftsobjekte, die auf zentrale Unternehmensdatenbanken zugreifen, auf einen zentralen Unternehmensserver, während man die Objekte, welche ein Client-Programm bilden, auf einen Client-Rechnerknoten legt. Die Verteilung einer objektorientierten Anwendung mit objektorientierter Middleware wie Java RMI oder OMG CORBA ist relativ einfach, wesentlich einfacher als die Verteilung mit Sockets der IP-Schicht.

Um die Operationen eines „verteilten“ Objekts von einem entfernten Rechnerknoten aus aufrufen zu können, muß man zunächst seine Schnittstelle mit einer Schnittstellen-Spezifikationssprache (CORBA IDL oder Java Remote Interface) definieren. Nachdem ein „verteiltes“ Objekt auf dem betreffenden Rechnerknoten angelegt ist, muß es bei dem Namensdienst oder einer sogenannten „Software-Fabrik“ bekannt gemacht werden, damit diese eine entfernte Referenz darauf an Aufrufer auf einem anderen Rechnerknoten weitergeben können. Der entfernte Aufruf einer Operation erfolgt dann „praktisch“ wie ein lokaler Aufruf; das bedeutet, entfernte Zugriffe sind insgesamt etwas, aber nicht wesentlich komplexer als lokale Zugriffe.

Java RMI ist eine in Java integrierte, aber andererseits auf Java beschränkte Middleware. Es ist einfacher als CORBA, was seine Anwendung und auch seine Mächtigkeit betrifft. Daher erlaubt es eine schnelle Einarbeitung und Nutzung für einfachere Anwendungen; für komplexere Anwendungen mit größerer Server-Last ist CORBA besser geeignet.

4. Architektur für unternehmensweite Anwendungen und ihre Verteilung

Auch bei Benutzung objektorientierter Technologien müssen zunächst in einem Entwurf die Systemarchitektur und die Komponenten und Module, Schnittstellen und Struktur des Anwendungssystems festgelegt werden. Bei größeren Systemen strebt man eine Zerlegung in Schichten an, zwischen denen Abhängigkeiten nur in einer Richtung vorhanden sind, weil dann Entwurf und Implementierung einfacher werden.

Die Anforderungen an eine Softwarearchitektur für unternehmensweite Geschäftsanwendungen sind:

- einfache Entwickelbarkeit und klare Strukturierung
- gute Wartbarkeit
- Flexibilität und Anpaßbarkeit an Änderungen
- günstige Verteilbarkeit
- Wiederverwendbarkeit

In der Praxis ist bei kleineren Anwendungen die Einschichten-Architektur noch immer stark verbreitet. Dabei greift ein Applet oder eine Java Application über einen entfernten Datenbankzugriff mit Java JDBC direkt auf eine zentrale Datenbank zu. Doch diese Einschichten-Architektur führt bei einer größeren Anzahl von (jeweils durch ein Applet realisierten) Geschäftsvorfällen zu einem objektorientierten „Spaghetti-Code“, der weder gut strukturiert, noch leicht wartbar, noch flexibel an Änderungen anpaßbar und wiederverwendbar ist (wie in [12] gezeigt ist).

Dagegen erfüllt eine Architektur mit drei (oder mehr) Schichten (siehe Bild 2) die an sie gestellten Anforderungen gut; sie trennt den Geschäftsvorfall und seine Darstellung von den fachlichen Aspekten mit den Geschäftsregeln und von der Speicherung in einer Datenbank, Persistenz genannt und ordnet sie jeweils einer Schicht zu.

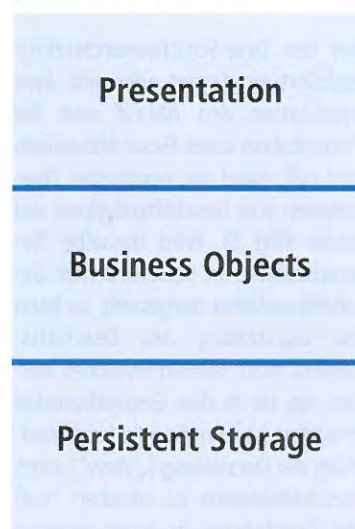


Bild 2

Drei-Schichten-Architektur

Die fachliche Schicht besteht aus sogenannten Geschäftsobjekten (genauer den Geschäftsentitäten, zur Differenzierung von Geschäftsprozessen), wie z.B. einem Bankkonto (siehe Bild 3), welche zusätzlich zu den in der Datenbank gespeicherten Attributen die Geschäftsregeln, die den verschiedenen Geschäftsvorfällen gemeinsam sind, in Form von Operationen beinhalten. Z.B. hat ein Bankkonto eine Operation „Betrag abziehen“, die entsprechend einer Geschäftsregel überprüft, ob der entsprechende Betrag überhaupt abgehoben werden darf. Es wäre nicht zweckmäßig, dies beim Geschäftsvorfall „Abheben vom Bankkonto an Kasse“ zu überprüfen. Denn dieselbe Überprüfung müßte dann auch in allen anderen Geschäftsvorfällen, wie etwa „Überweisung ausführen“, durchgeführt werden, die ebenfalls Geld vom Konto abziehen (was vermehrte Entwicklungskosten und Wartungs-

Software-Technologie für unternehmensweite Internet-Geschäftsanwendungen

aufwand bei Änderungen der Regeln verursachen würde). Das Laden der Attribute eines Geschäftsobjekts aus der zentralen Datenbank und das Zurückschreiben in dieselbe wird in der darunterliegenden Persistenzschicht (die auch mit Werkzeugen generiert werden kann) einheitlich und unabhängig von Geschäftsvorfällen durchgeführt.

Bei der Drei-Schichtenarchitektur realisiert ein Applet oder eine Java Application den Ablauf und die Präsentation eines Geschäftsvorfalles und ruft dabei die benötigten Operationen von Geschäftsobjekten auf (siehe Bild 3). Wird dasselbe Geschäftsobjekt in verschiedenen Geschäftsvorfällen dargestellt, so kann die Darstellung des Geschäftsobjekts nicht wiederverwendet werden, da sie in den Geschäftsvorfall integriert ist. Um die Wiederverwendung der Darstellung („View“) eines Geschäftsobjekts zu erlauben, muß die Darstellung in einer eigenen Präsentationsschicht vom Ablauf des Geschäftsvorfalles getrennt werden. Damit erhält man eine aus den vier Schichten: Präsentation, Geschäftsprozeß, Geschäftsentität, und Persistenz.

Die Geschäftsentitäten und die Persistenzschicht werden auf einem zentralen unternehmensweiten Server (oder mehreren Applikationsservern und Datenbankservern) über eine Verteilungs-Middleware zum Zugriff bereitgestellt. Das Applet, welches die Präsentation eines Geschäftsobjekts und den Ablauf des Geschäftsvorfalles realisiert, ruft vom Klient aus „remote“ die Operationen der Geschäftsentitäten auf.

5. Komponenten/Komponentenarchitektur für Geschäftsanwendungen

Objekte bzw. Klassen sind recht gut zur Wiederverwendung geeignet, da sie Methoden mit den (verkapselten) Daten, auf die sie zugreifen, zusammenfassen. Trotzdem hat man im Lauf der letzten Jahre festgestellt, daß ein Objekt bzw. eine Klasse wie z.B. Kunde eine nicht unbedingt

ideal zur Wiederverwendung geeignete Einheit bildet. Die Gründe dafür sind:

- Eine Klasse wie z.B. Kunde ist recht klein. In Spielbeispielen mag sie zwar alle Information über einen Kunden enthalten; in der Praxis ist das üblicherweise nicht der Fall. So mag die Klasse Kunde bzw. Angestellter, wie das UML-Klassendiagramm in Bild 4 zeigt, von der Klasse Person durch Vererbung abgeleitet sein, und ihr ist eine Menge von Kunden-Adressen zugeordnet. Das heißt, die Klasse bzw. das Objekt Kunde steht in sehr enger Zusammenarbeit mit anderen Objekten bzw. Klassen, so daß es ohne diese nicht sinnvoll wiederverwendet werden kann.
- Eine Klasse beschreibt nur die Schnittstelle der Dienste, die sie zum Aufruf für andere anbietet, aber nicht diejenige der Dienste, die sie von anderen Klassen anfordert.

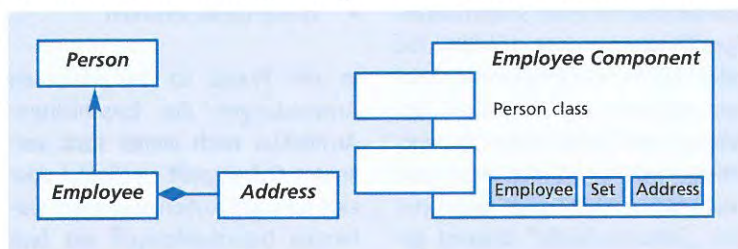


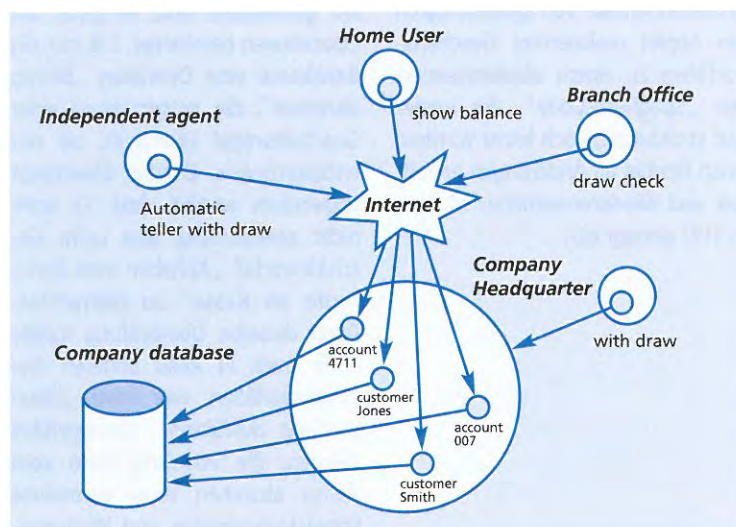
Bild 4

Angestelltenklassen und Angestelltenkomponente

Komponenten bieten eine Lösung für diese beiden Probleme und sind deshalb besser zur Wiederverwendung geeignet. Eine Komponente faßt eine Menge von Objekten, die eng miteinander zusammenarbeiten und von anderen Objekten weitgehend unabhängig sind, zusammen (wie z.B. die Kundenkomponente die beschriebenen Klassen, siehe Bild 4) und stellt eine zweckmäßige Eingangs- und Ausgangsschnittstelle zur Verfügung. Eine strikte Komponente [14] erzeugt an ihrer Aus-

Bild 3

Geschäftsvorfälle auf Client und Geschäftsobjekte aus Unternehmensserver



Software-Technologie für unternehmensweite Internet-Geschäftsanwendungen

gangsschnittstelle nur Ereignisse (nach dem Beobachter-Muster bzw. dem Java Listener-Muster) und ruft keine sonstigen Operationen auf; sie ist damit von anderen Objekten oder Komponenten völlig unabhängig. Java Beans sind eine Realisierung von Komponenten für Java, und COM/DCOM eine entsprechende im Microsoft-Umfeld.

Die Strukturierung von Geschäftsanwendungen in wiederverwendbare Komponenten soll es erlauben, Geschäftsanwendungen einfacher und mit geringerem Aufwand erstellen und flexibler an Änderungen anpassen zu können: eine neuer Geschäftsvorfall, wie etwa Überweisung ausführen, wird erstellt, indem bereits vorhandene Komponenten wiederverwendet werden, neu benötigte Komponenten entwickelt und mit den vorhandenen Komponenten zusammengebaut und verknüpft werden.

In Projekten haben wir uns speziell mit der Klärung von zwei Fragen beschäftigt, nämlich welche Teile einer Geschäftsanwendung in die Form von Komponenten gegossen werden sollen, und ob sie strikte oder nicht-strikte Komponenten bilden sollen. Da eine Geschäftsentität und ihre Darstellung (View) in verschiedenen Geschäftsvorfällen vorkommt, aber dort jeweils unterschiedlich benutzt wird, sollten sie jeweils eine optimal wiederverwendbare, strikte Komponente bilden. Da diese an ihren Ausgangsschnittstellen nur Ereignisse erzeugen und so nicht direkt zusammenarbeiten können, dient ein von uns eingeführte Konnektor-Element (das eine Klasse mit einer speziellen Struktur ist) zur Verknüpfung einer Geschäftsentität und ihrer Darstellung. Ein Konnektor reagiert auf Ereignisse, die jeweils von einer der von ihm verknüpften Komponenten erzeugt werden (siehe Bild 5).

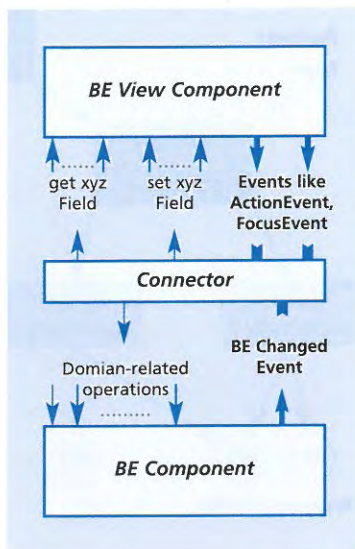


Bild 5

Geschäftsentitätskomponente und View-Komponente mit Konnektor

Damit besteht eine Geschäftsobjekt Komponente jeweils aus einer strikten View-Komponente, einer strikten fachlichen Komponente und einer Persistenzkomponente. Die entwickelte Architektur für Geschäftskomponenten (business components) wurde auf Einladung im Journal of Object-Oriented Programming 10/99 [14] vorgestellt. Fortführende Arbeiten bilden diese Architektur auf Enterprise Java Beans ab.

6. Modellierung und Repräsentierung von Geschäftsprozessen

Die ingenieurmäßige Gestaltung von Geschäftsprozessen (Business Process Re-Engineering) hat seit einigen Jahren eine große Bedeutung erlangt. Wenn z.B. ein Geschäftsvorfall wie Kündigung eines Versicherungsvertrags in einem Unternehmen bearbeitet wird und dort jeweils einige Zeit wegen erforderlicher Rücksprachen liegen bleibt, so ist das nicht nur schlecht im Sinn der Kundenorientierung, da der Kunde nicht so lange auf die Antwort warten will, sondern auch teuer für das Unternehmen.

Daher legt man einen sinnvollen Ablauf fest, mit Teilschritten, Verantwortung und Entscheidungsspielraum, damit ein Geschäftsvorfall möglichst schnell und effizient bearbeitet und durchgeführt werden kann. Beim Electronic Commerce gewinnt dieser Aspekt sogar entscheidende Bedeutung; denn was nützt es, wenn eine Bestellung in Sekundenschnelle eingeht, ihre Bearbeitung aber nachher Tage braucht?

Das bedeutet, daß eine Geschäftsanwendung den Sachbearbeiter durch den festgelegten Ablauf eines Geschäftsvorfalles führen sollte, so daß er keine Detailkenntnis von allen Abläufen braucht. Zum Beispiel mag eine Krankenversicherung eine Kündigung eines Versicherungsvertrags in folgenden Schritten bearbeiten:

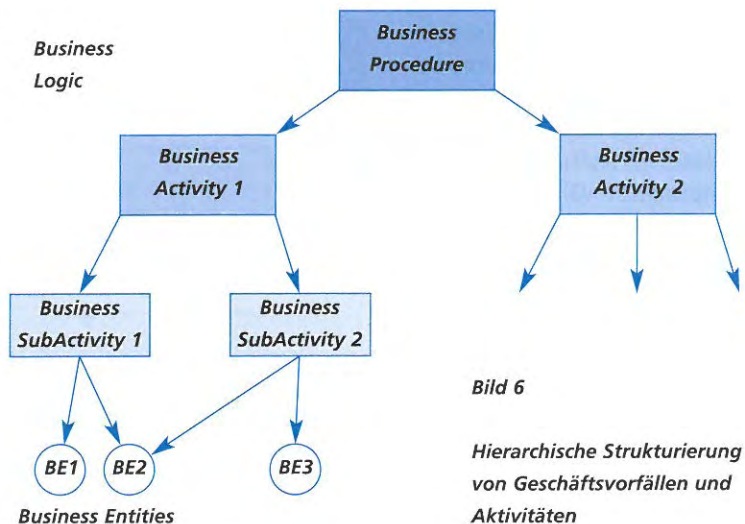
1. Prüfung, ob das Kündigungsschreiben rechtlich gültig ist
2. Wenn nein, Ablehnung der Kündigung
3. Wenn ja, Prüfung, ob Kunde ein gutes Risiko ist
4. Wenn ja, Versuch Kunde zu halten durch Anschreiben etc.
5. Sonst: Annahme der Kündigung und Beendigung des Vertrags

Software-Technologie für unternehmensweite Internet-Geschäftsanwendungen

An diesem Beispiel kann man sehen, daß sich ein Geschäftsvorfall häufig in hierarchischer Strukturierung aus sogenannten Geschäftsaktivitäten zusammensetzt, die ihrerseits wieder aus (nicht dargestellten) anderen, elementaren Geschäftsaktivitäten zusammengesetzt sind (siehe Bild 6). Dabei gibt der Geschäftsvorfall bzw. die Aktivität die Ablaufreihenfolge vor, in der die Teil-Aktivitäten durchgeführt werden. Diese muß nicht sequentiell, sondern kann bedingt oder durch Benutzereingabe wählbar sein. Elementare Aktivitäten sind typischerweise interaktiv und durch Benutzereingaben (ereignis-) gesteuert.

Der Stand der Technik ist jedoch, daß Geschäftsvorfälle und ihre Charakteristika in Geschäftsanwendungen nicht repräsentiert werden; das heißt, sie sind nur implizit dargestellt und damit mehr oder weniger im Programmcode verborgen (wie wir in [13] zeigen). Damit wird eine zentrale Forderung der Objektorientierung nach der Isomorphie zwischen Anwendungswelt und Programmwelt nicht eingehalten. Dies macht die Erstellung von Geschäftsanwendungen und ihre Wartung mit den im Lauf der Zeit erforderlichen Abänderungen und Anpassungen komplexer und teurer.

Daher setzten wir uns die Repräsentierung von Geschäftsprozessen als einen Forschungsschwerpunkt: wie müssen Objekte strukturiert sein, d.h., welche Schnittstellen und Attribute müssen sie haben, daß sie zur Programmierung von elementaren, interaktiven Aktivitäten dienen, die sich zu größeren Aktivitäten und Geschäftsvorfällen und ihren Abläufen zusammensetzen lassen. Dies wird dadurch besonders schwierig, daß Benutzerereignisgesteuerte, nichtmodale Aktionen zu modalen, vorgegebenen Abläufen zusammengesetzt werden müssen.



Als Lösung für dieses Problem haben wir Schnittstellen für Aktivitätskomponenten mit den geforderten Charakteristika definiert. Um diese und häufig auftretende Abläufe nicht immer wieder ganz von Neuem zu entwickeln und programmieren zu müssen, haben wir ein Aktivitätsbaum-Framework (vgl. Bild 6) erstellt. (Ein Framework ist eine generische Anwendung, aus der durch Spezialisierung konkrete Anwendungen erstellt werden [1], [4], [6], [7].) Es enthält die gemeinsamen Eigenschaften von Aktivitäten in abstrakten Aktivitäts- bzw. Unteraktivitäts-Basisklassen, von denen die spezifischen Aktivitäten eines Geschäftsvorfalles durch Vererbung abgeleitet werden.

7. Business-Komponenten für Web-Browser- und Applet-basierende Geschäftsvorfälle

Für die Realisierung unternehmensweiter Internet- bzw. Intranet-Geschäftsanwendungen stehen heute im Java-Umfeld zwei verschiedene, alternative Technologien zur Verfügung: die in diesem Beitrag beschriebene basiert auf Java Applets oder Applications auf dem Client und

ist geeignet für interaktive Geschäftsvorfälle, die andere auf einem Webbrowser-Klienten und Servlets auf dem Server mit dynamischen HTML- oder XML-Seiten; sie ist geeignet für die Auswahl und Darstellung von Information ohne größere Interaktionen. Die entsprechenden Anwendungen werden typischerweise unabhängig voneinander durch unterschiedliche Programmierung ohne Wiederverwendung entwickelt.

Da Applet- und Servlet-Technologien sich mit unterschiedlichen Vor- und Nachteilen gut ergänzen, erscheint es sinnvoll, die Geschäftsvorfälle einer Anwendung jeweils mit der geeigneteren Technologie zu erstellen. Daher soll in neuen Projekten eine einheitliche Architektur für Business-Komponenten entwickelt werden, die sowohl mit der Applet- als auch mit der Servlet-Technologie wiederverwendet werden können. Der Einsatz von Enterprise JavaBeans, die schon fast zum Industriestandard geworden sind, wird vorgesehen. Damit soll eine Komponentenarchitektur als Basistechnologie zur erfolgreichen Realisierung von e-Business und e-Commerce Anwendungen entwickelt werden.

Software-Technologie für unternehmensweite Internet-Geschäftsanwendungen

8. Projekte

Seit Mitte 97 haben wir uns in verschiedenen Projekten mit unternehmensweiten Internet-Geschäftsanwendungen beschäftigt. In einem vom Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst, Baden-Württemberg, geförderten Projekt „Internet Business-Anwendungen“ wurde eine neue Software-Architektur entwickelt.

Dabei sind wir von der 3-Schichten Architektur ausgegangen und haben untersucht, wie Komponenten in Form von Java Beans zur Realisierung der Geschäftsentitäten und ihrer Views verwendet werden können, und die Architektur entsprechend abgeändert und angepasst (siehe [12]). In einem weiteren Schritt wurde die Bedeutung von Geschäftsprozessen und Komponenten für Geschäftsprozesse [15] einbezogen.

In Kooperationsprojekten mit Unternehmen wurde die Architektur anhand von Prototypen für konkrete Anwendungsbeispiele realisiert, evaluiert und transferiert. Besonders zu nennen ist ein Kooperationspartner, eine Versicherungsgesellschaft, der uns konkrete Anwendungsbeispiele wie eine Kraftfahrzeug-Versicherungs-Angebotserstellung und Kundenverwaltung und viele Anforderungen und Anregungen gab. Ein weiterer wichtiger, enger Kooperationspartner ist ein KMU aus der Region, dessen Geschäftsführer ehemalige Absolventen des Studiengangs Technische Informatik der FH Konstanz sind.

Eine Atlantik- und Äquator-über spannende Kooperation besteht mit dem LIFIA, das als Institut for Advanced Studies an der University von La Plata, Argentinien, mit dem Leiter Prof. Dr. Gustavo Rossi, mit führend auf dem Gebiet der Objekt-orientierung in Lateinamerika ist. Diese Kooperation wird vom BMBF mit dem DLR als Projektträger im Rahmen der wissenschaftlich/technologischen Zusammenarbeit mit Argentinien gefördert. Im Rahmen der Zusammenarbeit hat in den letzten zwei Jahren ein reger Austausch von Mitarbeitern und Diplomanden stattgefunden. Das besondere Interesse des LIFIA liegt auf dem Gebiet der Hypermedia-Anwendungen und der verteilten Internet-Anwendungen; gemeinsam arbeiten wir an der Zusammenführung dieser Welt mit der Welt der Geschäftsprozesse und Geschäftsanwendungen.

Weitere Anwendungsprototypen entstanden in Studienprojekten. Eine besonders benutzerfreundliche Version der KFZ-Versicherungs-Angebotserstellung ist in Bild 7 gezeigt. Andere Projekte stellen Vorarbeiten zur Vereinheitlichung von Webbrowser-basierenden und Applet-basierenden Geschäftsvorfällen dar. Beim LVP- (Lehrveranstaltungsplan-) Projekt zeigen Webbrowser-basierende Geschäftsvorfälle den Lehrveranstaltungsplan nach verschiedenen Kriterien geordnet an, während Applet-basierende Geschäftsvorfälle Berechtigten die Eingabe und Abänderung des Lehrveranstaltungsplan erlauben. Beim Projekt Reiseantrag und -abrechnung werden alle Geschäftsvorfälle sowohl Webbrowser-basierend als auch Applet-basierend realisiert, um einen Vergleich der jeweiligen Möglichkeiten durchführen zu können.

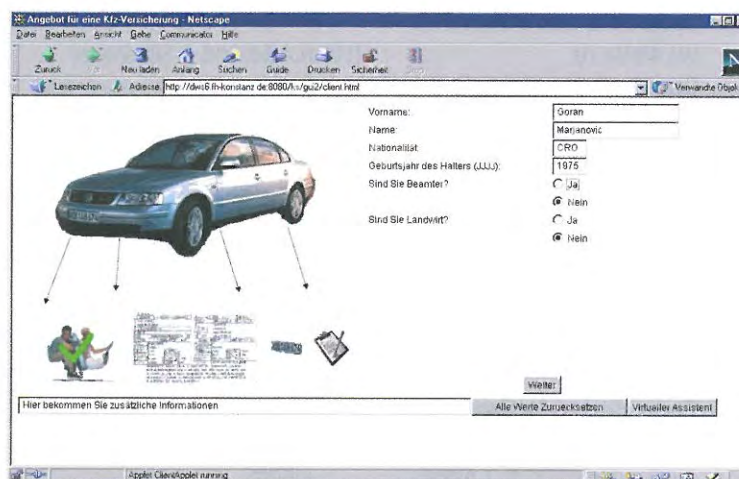


Bild 7

Benutzerfreundliche KFZ-Versicherungs-Angebotserstellung
(von G. Marjanovic, D. Vincen)

Software-Technologie für unternehmensweite Internet-Geschäftsanwendungen

9. Ausgewählte Veröffentlichungen

- [1] H.A.Schmid:
Creating the Architecture of a Manufacturing Framework by Design Patterns;
Proc. OOPSLA'95, ACM SIGPLAN Notices, Vol30/No10, Oct.95, 370-384
- [2] H.A.Schmid:
Design Patterns for Constructing the Hot Spots of a Manufacturing Framework;
Journal of Object-Oriented Programming, Vol9/No3, June 96, 25-37
- [3] H.A.Schmid:
Creating Applications from Components: A Manufacturing Framework Design;
IEEE Software, Vol.13/No.6, Nov. 96, 67-75
- [4] H.A.Schmid:
Systematic Framework Design by Generalization;
Communications of the ACM, Vol.40/No.10, Oct. 97, 48-51
- [5] H.A.Schmid und F.Müller:
Patterns for Extending Black-Box Frameworks - with a GUI and Visualization Example;
Journal of Object-Oriented Programming, May 1998
- [6] H.A.Schmid:
Design Patterns for Constructing the Hot Spots of a Manufacturing Framework; in: L.Rising, ed.: Best Practices: A Patterns Handbook, Cambridge University Press, Cambridge, 1998
- [7] H.A.Schmid:
Framework Design by Systematic Generalization: From Hot Spot Specification to Hot Spot Subsystem Implementation; in: M.Fayad, D.C.Schmidt, R.Johnson, eds.: Building Application Frameworks: Object-Oriented Foundations of Framework Design, J.Wiley, 1999
- [8] H.A.Schmid:
OSEFA - A Blackbox Framework for Manufacturing; in: M.Fayad, D.C.Schmidt, R.Johnson, eds.: Implementing Application Frameworks: Object-Oriented Frameworks at Work, J.Wiley, 1999
- [9] H.A.Schmid:
Framework Reuse over Different CIM Manufacturing Subdomains; in: M.Fayad, R.Johnson, eds.: Domain-Specific Application Frameworks: Frameworks Experience by Industry, J.Wiley, 1999
- [10] H.A.Schmid, F. Simonazzi:
Business Procedures are not Represented Adequately in Business Applications and Frameworks!;
OOPSLA 98, Workshop Business Object Frameworks, Vancouver, 1998
- [11] H.A.Schmid, M.Riebisch, T.Heverhagen, H.Liessmann:
Business Object Framework Architecture and Responsibilities;
OOPSLA 98, Workshop Business Object Frameworks, Vancouver, 1998
- [12] H.A.Schmid:
Internet Business Applications; in: L.Barroca, ed.: Software Architectures, Advances and Applications;
Springer, Berlin, 1999
- [13] H.A.Schmid, F. Simonazzi:
Business Processes are not Represented Adequately in Business Applications and Frameworks!;
in: D.Patel, J.Sutherland, J.Miller (eds.): Business Object Design and Implementation III;
Springer, London, 1999
- [14] H.A.Schmid:
Business Entity Components and Business Process Components;
JOOP, Vol.12, No.6, Oct. 99
- [15] H.A.Schmid:
Business Entity and Process Components; in: D.Patel, J.Sutherland, J.Miller (eds.): Business Object Design and Implementation III;
Springer, London, 1999

Innovation ist unsere Tradition

Die Alusuisse Singen GmbH ist eine der großen Gesellschaften im Konzernverbund der algroup.

Durch ständige Weiterentwicklung und Innovationsbereitschaft genießen unsere Halbzeuge, Komponenten und Systeme weltweit einen hervorragenden Ruf. In den Märkten Verkehrstechnik, Automobil- und Maschinenbau, in der Elektrotechnik und im Bausektor gehört Alusuisse Singen mit seinen Spezialitäten und Verbunden seit Jahren zu den führenden Lieferanten.

Im Rahmen eines modernen Empowerments arbeiten Ingenieure, Kaufleute und Fachkräfte in einer lernenden Organisation an interessanten Aufgabenfeldern mit attraktiven Entwicklungsmöglichkeiten.

Professionalität und Engagement unserer Mitarbeiter sind das Fundament für die partnerschaftliche Zusammenarbeit mit einer internationalen Kundschaft.



alusuisse singen gmbh t + 49 7731 80 0
alusingen-platz 1 f + 49 7731 80 2222
d 78221 singen <http://www.alusuisse.com>

algroup alusuisse
fabricated products

■ BRENNSTOFFZELLENANTRIEB

Endlich was bewegen.

■ Besuchen Sie uns auf unserem Stand auf dem
**12. Deutschen
Absolventen-Kongress**
am 22. und 23. November 2000 in Köln.

■ Zellen einschalten:

■ Durchstarten! Zukunft wird gemacht, wo intelligente Technik auf qualifizierte Mitarbeiter trifft – und das in einem Arbeitsumfeld, das motiviert: XCELLSiS. Und Sie können aktiv dabei sein!

■ Mit Engagement und Pioniergeist verfolgen wir gemeinsam ein klares Ziel: Wir bringen das Brennstoffzellensystem als No.1 zur Serienreife.

■ Unser internationaler Firmenverbund zwischen DaimlerChrysler, Ford und Ballard entwickelt seit 1997 zukunftsfähige Antriebstechnologien in der Verantwortung für Mensch und Umwelt.

■ Überzeugen Sie uns mit Ihren Qualitäten. Bewerben Sie sich und bewegen Sie was!

XCELLSiS
The Fuel Cell Engine Company



© DaimlerChrysler

XCELLSiS SYSTEMLÖSUNGEN

■ BRENNSTOFFZELLENANTRIEBE FÜR KRAFT- UND NUTZFAHRZEUGE ■ AUXILIARY POWER UNITS



ADRESSE XCELLSiS GmbH
Neue Straße 95
D-73230 Kirchheim/Teck-Nabern
KONTAKT Arnt Stumpf
E-MAIL arnt.stumpf@xcellsis.com
FON (+49) 7021.89.3896
FAX (+49) 7021.89.4066

www.xcellsis.com